COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUINZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1892.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1892

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉQUILIBRE D'ÉLASTICITÉ. — *Des perturbations locales que produit au-dessous d'elle une forte charge, répartie uniformément le long d'une droite normale aux deux bords, à la surface supérieure d'une poutre rectangulaire : vérifications expérimentales.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Admettons, sauf vérification ultérieure (¹), que T_y, N_z, en particulier, soient assez petits, déjà, sur la base supérieure (censée libre) $\eta = h$, pour que cette solution du problème du mode correctif d'équilibre, trouvée en supposant h infini, puisse être regardée comme approximative. Il ne restera plus alors *qu'à la corriger elle-même*, en ajoutant un troisième mode d'équilibre, où la base inférieure serait libre, mais où la base supérieure éprouverait des pressions égales et contraires à celles que donne

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1510 du Tome CXIV.

sur cette surface la solution provisoire ainsi adoptée pour le problème du *mode correctif*. On formera encore, de ce troisième mode, par l'emploi approprié des mêmes formules (7), (8), une solution approximative, où il sera tenu exactement compte des conditions relatives à la base supérieure, mais non de l'état de liberté de la base inférieure; et un quatrième mode, destiné, par sa superposition avec le précédent, à rétablir cet état de liberté, viendra corriger ensuite l'imperfection de la solution partielle précédente. En continuant de même, la solution définitive se présentera sous la forme de séries indéfinies, dont les termes, malheureusement de plus en plus complexes, seront ce que donneront, traités par les formules (7) et (8), les divers modes d'équilibre ainsi imaginés successivement.

» II. Évaluons pour les deux pressions principales normales aux y, en un point quelconque du plan médian des yz, le second terme des séries, celui qu'introduit le mode d'équilibre produit par les deux pressions $\frac{1}{2}$P exercées de bas en haut le long des droites $\xi = \pm k$ de la base inférieure, et par l'ensemble des pressions ou tractions élémentaires (10) appliquées à cette base. Vu la symétrie d'un tel système d'actions par rapport au plan médian, les forces principales cherchées seront les deux tractions, respectivement horizontale et verticale, N_x, N_z; et, si nous appelons η l'altitude $h - z$ du point considéré, au-dessus de la base inférieure, de manière à avoir simplement $x = -\xi$, $z = \eta$ pour son abscisse et son ordonnée par rapport à l'origine prise sur une bande quelconque de cette base, il viendra

$$(11)\quad N_x = \frac{2P}{\pi}\left[-\frac{k^2\eta}{(k^2+\eta^2)^2} + \frac{2h^2}{\pi}(h\eta J + K)\right], \qquad N_z = \frac{2P}{\pi}\left[-\frac{\eta^3}{(k^2+\eta^2)^2} + \frac{2h^2\eta^2}{\pi}(h\eta I + J)\right],$$

où I, J, K désignent, pour abréger, les trois intégrales

$$(12)\qquad (I, J, K) = \int_{-\infty} \frac{(1, \xi^2, \xi^4)\,d\xi}{(h^2+\xi^2)^2(\eta^2+\xi^2)^2}.$$

On évalue aisément celles-ci, en cherchant d'abord, par le procédé ordinaire de la décomposition en fractions simples, les trois intégrales indéfinies.

$$(13)\quad \int \frac{d\xi}{(h^2+\xi^2)(\eta^2+\xi^2)}, \quad \int \frac{\xi^2\,d\xi}{(h^2+\xi^2)(\eta^2+\xi^2)}, \quad \int \left[\frac{\xi^4}{(h^2+\xi^2)(\eta^2+\xi^2)} - 1\right] d\xi,$$

que l'on trouve avoir respectivement, à une constante près, les expres-

sions suivantes, vérifiables de suite par la différentiation,

$$(14)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{h^2-\eta^2}\left(\dfrac{1}{\eta}\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{\eta}-\dfrac{1}{h}\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{h}\right),\ \dfrac{1}{h^2-\eta^2}\left(h\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{h}-\eta\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{\eta}\right),\\ -\dfrac{h^2+\eta^2}{h^2-\eta^2}\left(h\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{h}-\eta\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{\eta}\right)-\dfrac{h^2\eta^2}{h^2-\eta^2}\left(\dfrac{1}{\eta}\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{\eta}-\dfrac{1}{h}\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\xi}{h}\right). \end{cases}$$

Puis on prend les trois mêmes intégrales (13) entre les limites $\pm\infty$; ce qui les réduit à

$$(15)\qquad \frac{\pi}{h\eta(h+\eta)},\quad \frac{\pi}{h+\eta},\quad -\pi\left(h+\eta-\frac{h\eta}{h+\eta}\right).$$

» Enfin, deux différentiations, par rapport à h et à η, de ces intégrales définies, donnent, après division par $4h\eta$, les valeurs cherchées

$$(16)\qquad (\mathrm{I},\mathrm{J},\mathrm{K})=\frac{\pi}{4h\eta}\frac{d^2}{dh\,d\eta}\left[\frac{1}{h\eta(h+\eta)},\frac{1}{h+\eta},\frac{h\eta}{h+\eta}\right],$$

ou bien, tous calculs faits,

$$(17)\quad \mathrm{I}=\frac{\pi}{2h^2\eta^2(h+\eta)}\left[\frac{1}{h\eta}+\frac{1}{(h+\eta)^2}\right],\quad \mathrm{J}=\frac{\pi}{2h\eta(h+\eta)^3},\quad \mathrm{K}=\frac{\pi}{2(h+\eta)^3}.$$

» Les premières valeurs approchées (11) des *tractions* principales N_x, N_z, sous la droite d'application de la charge donnée P, seront donc, *dans le mode correctif d'équilibre*,

$$(18)\quad \mathrm{N}_x=\frac{2\mathrm{P}}{\pi}\left[-\frac{k^2\eta}{(k^2+\eta^2)^2}+\frac{2h^2}{(h+\eta)^3}\right],\quad \mathrm{N}_z=\frac{2\mathrm{P}}{\pi}\left[-\frac{\eta^3}{(k^2+\eta^2)^2}+\frac{1}{h+\eta}+\frac{2h\eta}{(h+\eta)^3}\right].$$

» Aux très grandes distances η de la base inférieure, elles deviennent des deux ordres de petitesse, respectifs, de $\frac{1}{\eta^3}$ et de $\frac{1}{\eta^2}$; mais elles sont seulement de l'ordre de $\frac{1}{h}$ sur la base supérieure $\eta=h$, avec des termes, il est vrai, de signes contraires et, d'ailleurs, plus petits, en valeur absolue, que la première expression approchée, $-\frac{2\mathrm{P}}{\pi h}$, de N_z d'après (7), au croisement du plan médian $x=0$ avec celui, $z=h$, de la base inférieure. Donc les séries indiquées pour exprimer N_x, N_z sous la charge ont leurs seconds termes, (18), comparables aux premiers, quoique, en général, moindres ; et leur convergence, tout en paraissant bien réelle, est assez peu rapide pour que leur emploi exigeât encore tout au moins le calcul des troisièmes termes, dont la complication semble déjà devoir être extrême.

» III. En présence d'une pareille lenteur de convergence des séries, il

y a lieu de demander à quelque hypothèse simple et approximative une solution pratique du problème du mode d'équilibre correctif. Or on ne pourrait souhaiter, en ce genre, de solution meilleure que celle qu'a exposée Sir Georges Stokes dans des Lettres publiées (en extrait) à la fin du Mémoire de M. Carus Wilson. L'illustre et vénéré Correspondant de l'Académie, d'une activité scientifique toujours infatigable, y suppose les deux forces principales N_x, N_z, sous la droite Oy d'application de la pression normale P, variables *linéairement* avec la profondeur z, comme on le fait dans la théorie usuelle de la flexion. Alors la traction N_z, égale à zéro sur la base supérieure $z = 0$, qui est libre dans le mode correctif, et à $\frac{2P}{\pi h}$, sur la base inférieure $z = h$, en vertu de l'expression (10) de $\mathfrak{P}$ spécifiée pour $\xi = 0$, sera, aux points intermédiaires,

$$N_z = \frac{2P}{\pi h}\frac{z}{h}. \tag{19}$$

» Quant à la traction horizontale N_x, de la forme $A + Bz$ (par hypothèse) sur tout le plan médian des yz, elle se déterminera par les deux conditions de l'équilibre de translation, suivant les x, et de rotation, autour de l'axe Oy, de toute la partie du prisme située du côté des x positifs. Les actions extérieures s'y réduisant, suivant le sens horizontal des x, d'une part, aux composantes tangentielles $\mathfrak{T}$ exercées sur la base inférieure, et dont le total est, d'après (10),

$$\frac{Ph^2}{\pi}\int_0^\infty \frac{2\xi\,d\xi}{(h^2+\xi^2)^2} = \frac{Ph^2}{\pi}\left(\frac{-1}{h^2+\xi^2}\right)_{\xi=0}^{\xi=\infty} = \frac{P}{\pi},$$

d'autre part, aux tractions, de sens inverse, $\int_0^h N_x\,dz = Ah + \frac{1}{2}Bh^2$, exercées à travers le plan médian, il vient, comme première équation entre les deux paramètres A et B,

$$hA + \frac{h^2}{2}B = \frac{P}{\pi}. \tag{20}$$

» Passons à l'équilibre de rotation autour de Oy. Les actions exercées sur toute la surface inférieure, et dont on appelle $\mathfrak{T}$, $-\mathfrak{P}$ les composantes par élément d'aire, n'y interviennent pas, car elles paraissent émaner de l'axe des y. On égalera donc, simplement, le moment $\frac{1}{2}Pk$ de la pression $\frac{1}{2}P$ appliquée à la bande inférieure, sans largeur sensible, d'abscisse $\xi = k$, et le moment total, opposé, des tractions élémentaires $N_x\,dz$ s'exerçant ho-

rizontalement sur le plan médian, aux diverses profondeurs z sous Oy, qui sont leurs bras de levier. Il vient ainsi, comme seconde équation entre A et B, $\int_0^h z N_x dz = \frac{1}{2} P k$, ou bien, après substitution de $Az + Bz^2$ à zN_x et effectuation des calculs,

$$(21) \qquad \frac{h^2}{2} A + \frac{h^3}{3} B = \frac{1}{2} P k.$$

» La résolution du système (20), (21) donne pour A et B les valeurs respectives $\frac{P}{h}\left(\frac{4}{\pi} - \frac{3k}{h}\right)$, $\frac{6P}{h^2}\left(\frac{k}{h} - \frac{1}{\pi}\right)$, et la traction horizontale N_x, dans le mode correctif d'équilibre, est, par suite,

$$(22) \qquad N_x = \frac{P}{h}\left[\left(\frac{4}{\pi} - \frac{3k}{h}\right) + 6\left(\frac{k}{h} - \frac{1}{\pi}\right)\frac{z}{h}\right].$$

» Joignons ces termes correctifs (22), (19), aux valeurs o, $-\frac{2P}{\pi z}$ de N_x et de N_z qu'on aurait pour une poutre de hauteur indéfinie; et il vient enfin, dans le cas considéré de la poutre de hauteur h reposant sur deux appuis distants de $2k$,

$$(23) \quad N_x = \frac{P}{h}\left[\left(\frac{4}{\pi} - \frac{3k}{h}\right) + 6\left(\frac{k}{h} - \frac{1}{\pi}\right)\frac{z}{h}\right], \qquad N_z = -\frac{2P}{\pi h}\left(\frac{h}{z} - \frac{z}{h}\right).$$

» La biréfringence temporaire que la charge P fait naître au-dessous d'elle, proportionnelle en chaque point à la déformation élastique correspondante ou à la composante tangentielle maxima $\frac{1}{2}(N_x - N_z)$ de pression, sera donc mesurée par

$$(24) \qquad \frac{1}{2}(N_x - N_z) = \left(3\pi\frac{k}{h} - 4\right)\frac{P}{\pi z}\left(\frac{1}{3\pi\frac{k}{h} - 4} - \frac{1}{2}\frac{z}{h} + \frac{z^2}{h^2}\right).$$

» Il importe surtout, comme a fait Sir Georges Stokes, de déduire de cette formule la situation des points, dits *neutres*, où l'isotropie se conserve dans le plan des zx et où, par conséquent, la biréfringence est nulle, parce qu'ils se prêtent à des observations optiques très précises. L'annulation du dernier facteur entre parenthèses, dans (24), suivie de la résolution de l'équation du second degré ainsi obtenue, a donné à Sir Georges Stokes, pour déterminer la profondeur z de ces points, la formule à

double signe

$$(25)\qquad \frac{z}{h} = \frac{1}{4} \pm \sqrt{\frac{1}{16} - \frac{1}{3\pi\frac{k}{h} - 4}},$$

avec la condition de réalité des deux racines

$$(26)\qquad \frac{k}{h} > \frac{20}{3\pi} \qquad \text{ou} \qquad \frac{2k}{h} > 4,244.$$

» Ainsi, *il y aura deux points neutres*, définis en position par (25), *toutes les fois que l'écart* $2k$ *des deux appuis excédera quatre fois et un quart environ la hauteur* h *de la poutre*.

» IV. Pour rendre applicable à des prismes (de grande longueur relative) libres sur leurs deux faces verticales, les résultats établis précédemment pour des prismes de hauteur indéfinie ou finie, posés soit sur un sol horizontal ou sur un cadre, soit sur deux appuis, il nous reste à superposer encore aux modes d'équilibre étudiés un dernier mode correctif. Nous n'avons, en effet, considéré jusqu'ici que des déformations planes, où les deux faces verticales du prisme étaient censées maintenues dans leurs plans primitifs d'état naturel, au moyen d'actions normales N_y appropriées, comme, par exemple, dans les cas les plus simples, celles qu'expriment les formules (9). Il faut donc supposer qu'on ajoute enfin sur les faces verticales, pour les rendre libres, des tractions égales et contraires à celles-là N_y.

» Or ces tractions extérieures se feront évidemment équilibre sur le solide élastique, même en ne considérant que la moitié de prisme située du côté des x positifs. Par suite, si l'on continue à admettre, comme au numéro précédent, la linéarité en z des deux forces principales N_x, N_z sous l'axe des y, dans les modes d'équilibre correctifs, l'on aura, dans le nouveau, non seulement $N_z = 0$ entre les deux bases comme sur chacune d'elles, mais aussi $N_x = 0$, les deux équations d'équilibre de translation, suivant les x, et de rotation, autour de Oy, s'y réduisant à $\int^{h}(1, z)\, N_x dz = 0$.

» Donc, *au degré d'approximation où l'on peut, dans les modes d'équilibre correctifs et sous la charge* P, *supposer linéaires en fonction de la profondeur* z *les deux forces principales* N_x, N_z, *les formules de celles-ci n'éprouvent aucun changement quand on passe du problème idéal de déformations planes aux problèmes réels de barres à faces verticales libres*. En particulier, la biré-

fringence, au-dessous de la charge P, sera proportionnelle à $\frac{P}{z}$, dans un prisme posé sur un cadre, et s'annulera aux deux points définis par (25) dans un prisme reposant sur deux appuis, pourvu que leur écart $2k$ satisfasse à l'inégalité (26). Or, les expériences de M. Carus Wilson confirment d'une manière très satisfaisante, c'est-à-dire dans toute la mesure de leur précision, ces divers résultats théoriques, dont les deux derniers (25) et (26), dus à M. Stokes, n'ont été cependant établis que bien après les observations. »

PALÉONTOLOGIE. — *Similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un travail que j'ai composé à la suite de mon excursion dans l'Amérique du Nord. Il est intitulé : *Similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent.*

» Lorsque les paléontologistes ont commencé leurs études sur l'évolution des êtres fossiles, on a cru que ces études avaient seulement un intérêt philosophique; on ne soupçonnait pas qu'elles pourraient un jour rendre des services au point de vue pratique pour la détermination des couches du globe. Les géologues avaient remarqué que, dans les pays bien explorés, chaque terrain a des espèces qui lui sont propres. Ils avaient dressé des listes de ces espèces dites *caractéristiques,* sans savoir pourquoi on les trouvait dans une assise plutôt que dans une autre. Quand nous avions à déterminer une couche encore inconnue, nous regardions si ses fossiles ressemblaient aux *espèces caractéristiques* de telle ou telle époque, et, lorsque nous constations une identité, nous fixions son âge. Mais la mutabilité de la nature est si grande qu'aussitôt que nous passons d'un moment géologique à un autre moment, ou bien d'un pays à un autre, nous découvrons des espèces un peu différentes; les longues listes d'*espèces caractéristiques* que nous avons péniblement apprises nous sont donc parfois d'un faible secours.

» Aujourd'hui plusieurs d'entre nous se demandent si les espèces fossiles ont été des entités immuables, distinctes, ou bien si ce n'étaient pas simplement des nuances légères de types qui poursuivaient leur marche évolutive à travers les âges. L'histoire du monde paraît n'être que l'histoire d'un développement; ce développement aurait été soumis à des lois géné-

rales; chacune de ses principales phases marquerait une époque géologique.

» S'il en est ainsi, nous devons, d'après le stade d'évolution des êtres enfouis dans le sol, déterminer leur époque relative et, par conséquent, celle du terrain qui les renferme.

» Par exemple, nous avons appris que le monde animal a subi un progrès; il y a eu d'abord le règne des Invertébrés, puis le règne des Vertébrés imparfaitement ossifiés, où la colonne vertébrale était encore à l'état de notocorde, puis le règne des Vertébrés à sang froid dont la notocorde est bien ossifiée, puis le règne des Vertébrés à sang chaud qui sont les bêtes les plus parfaites; si donc nous découvrons des fossiles qui marquent telle ou telle de ces étapes de la vie animale, nous dirons qu'ils sont de telle ou telle grande époque géologique.

» Il est permis de supposer que l'allantoïde des Mammifères s'est développée peu à peu, car la plupart de ceux de ces animaux qui ont été recueillis dans le secondaire ont les caractères des Marsupiaux; dans la première moitié du tertiaire, il en y a encore plusieurs qui présentent quelques particularités des Marsupiaux, et, à partir de l'époque miocène, nos pays n'ont plus que des Mammifères à caractères de placentaires. Cela nous fournit les moyens de marquer quelques importantes divisions géologiques.

» Comme l'allantoïde, le cerveau des Mammifères paraît avoir progressé peu à peu; d'abord les hémisphères cérébraux étaient simples et petits, les lobes optiques grands et découverts, le cervelet et la moelle allongée très développés comparativement aux hémisphères; plus tard les hémisphères ont grandi et se sont compliqués, les lobes optiques amoindris se sont cachés sous les hémisphères, le cervelet et la moelle allongée sont devenus relativement étroits. On peut croire que, selon les stades de ces évolutions, les fossiles indiquent un âge géologique plus ou moins avancé.

» Il semble que la différenciation des Mammifères s'est accentuée au fur et à mesure que le monde vieillissait. Les Ongulés avaient d'abord des membres lourds avec cinq doigts courts disposés pour ne pas enfoncer dans les marais; peu à peu, chez la plupart d'entre eux, les membres se sont allongés, effilés, les doigts ont été réduits soit à deux, comme dans les Ruminants, soit à un seul, comme dans nos Chevaux, où la faculté de locomotion atteint le maximum de perfectionnement. Si l'on donne à un paléontologiste des os des membres d'Ongulés fossiles, il regarde s'ils sont plus ou moins simplifiés et il en conclut qu'ils proviennent d'un terrain plus ou moins récent.

» Les dents des Ongulés ont eu une marche contraire; les molaires étaient simples d'abord; les arrière-molaires, puis les prémolaires se sont compliquées, et, à partir des temps quaternaires, les molaires ont eu leur maximum de développement. Le plus ou moins de complication de ces dents nous apprend si un Ongulé fossile, et par conséquent le terrain d'où il a été tiré, est moins ancien ou plus ancien.

» Il m'a semblé intéressant de rechercher si ces faits et bien d'autres qu'on pourrait citer ont été locaux ou ont été généralisés. L'Amérique fournit un précieux champ pour les comparaisons par suite des admirables travaux de Hall, Meek, Whitfield, White, Leidy, Newberry, Marsh, Cope, Osborn, Scott et de plusieurs autres paléontologistes. Les Montagnes Rocheuses sont bien loin de nos pays et les conditions de milieu y ont été différentes, car, à en juger par les travaux faits jusqu'à ce jour, elles représentent des territoires qui ont été moins révolutionnés que celui de la France; la vie des animaux terrestres s'y est continuée longtemps sans interruption. Pourtant, en dépit des distances et des différences dans les conditions de milieu, la marche générale de l'évolution a été sensiblement pareille. Il nous semble que les mêmes époques géologiques représentent les mêmes stades de développement.

» Si ces idées se confirment, la connaissance des états d'évolution des êtres fossiles deviendra très utile aux géologues. Les études même qui paraissent les plus spéculatives peuvent avoir un grand intérêt pratique. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la chute des corps et sur la résistance de l'air à leur mouvement; expériences exécutées à la tour Eiffel;* par MM. **L. Cailletet** et **E. Colardeau.**

« Un très petit nombre d'expériences ont été faites jusqu'ici sur la chute libre des corps en tenant compte de la résistance que l'air oppose à leur mouvement. Cependant, en dehors de l'intérêt scientifique qu'elle présente, l'étude de cette question permettrait de résoudre un grand nombre de difficultés qui se rencontrent à chaque instant dans diverses applications pratiques, résistance de l'air aux trains de chemins de fer et aux navires en marche, direction des ballons, questions relatives à l'aviation, influence du vent sur les constructions, emploi du vent comme moteur, etc.

» Jusqu'ici les expériences faites sur ce sujet ont été exécutées surtout

en imprimant aux corps un mouvement de rotation obtenu à l'aide d'une sorte de manège.

» D'après les auteurs eux-mêmes, les méthodes employées ne donnent que des résultats incomplets, à cause de l'entraînement de l'air, de la force centrifuge, etc.; de plus, la vitesse qu'on peut atteindre ainsi est fort limitée.

» Nous avons pensé que la tour Eiffel offrait des conditions particulièrement avantageuses pour étudier plus complètement cette intéressante question et pour aborder directement l'étude du mouvement rectiligne. Nous avons été encouragés dans cette voie par les bienveillants conseils de notre éminent confrère M. Marey. Grâce à la bienveillance de M. Eiffel, si connu de tous les savants, nous avons pu réaliser nos expériences dans des conditions exceptionnellement favorables; nous saisissons avec empressement l'occasion de lui témoigner notre reconnaissance pour la construction et l'organisation d'un laboratoire situé à la seconde plate-forme de la tour, à une altitude de 120^m au-dessus du sol, et dans lequel sont installés nos appareils d'expériences et de mesures. Plusieurs de ces appareils, qui appartiennent au laboratoire de l'École Normale supérieure, ont été obligeamment mis à notre disposition par M. Violle.

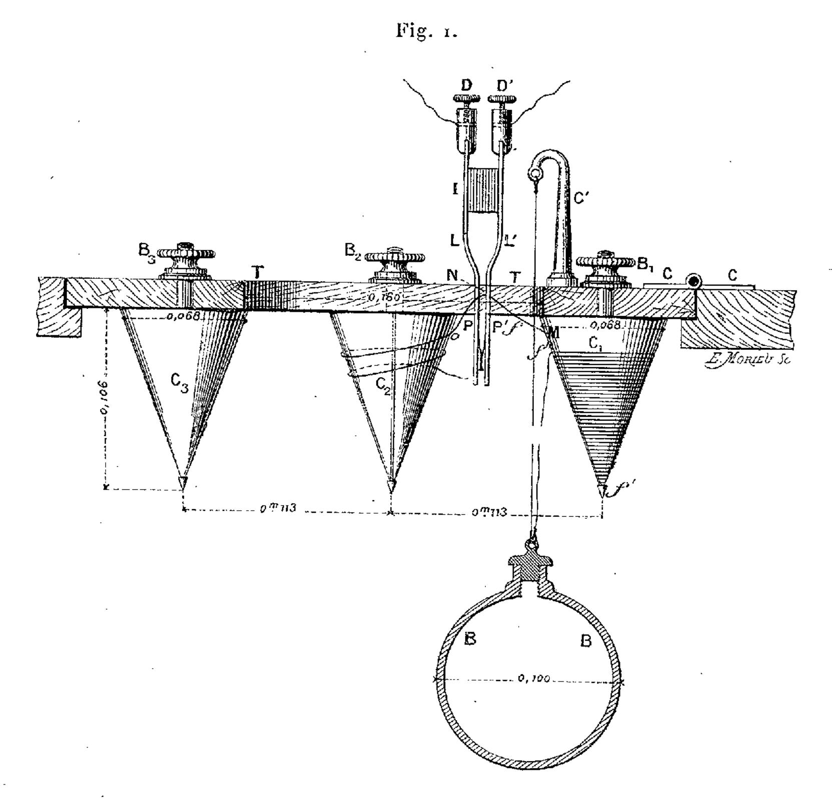
» Pour déterminer la loi du mouvement d'un corps tombant dans l'air, il faut connaître, à chaque instant, la position du mobile dans l'espace.

» Pour y arriver, nous avons fixé ce mobile à l'extrémité d'un fil très fin et très léger qui le suit dans son mouvement et ne lui oppose qu'une très faible résistance. Ce fil est divisé en sections de 20^m. Chacune d'elles est enroulée sur un cône de bois C_1, C_2, C_3 (*fig.* 1) fixé verticalement et la pointe tournée en bas; on conçoit que le fil, entraîné verticalement par la chute du mobile, le suit avec la plus grande facilité; à cause de leur forme conique, ces bobines, bien qu'immobiles, permettent au fil de se dérouler pour ainsi dire sans frottement. Nous avons du reste évalué par une mesure directe, comme on le verra plus loin, le retard qui pourrait provenir d'une résistance au déroulement du fil. Lorsque chacune de ces sections de 20^m est déroulée, un contact électrique fait agir le style d'un enregistreur sur lequel un appareil de mesure du temps (diapason électrique) indique cet instant, avec une approximation atteignant facilement le centième de seconde. On mesure donc ainsi au bout de combien de temps le mobile a parcouru des espaces de 20^m, 40^m, 60^m.

» Ce contact électrique est disposé de la manière suivante : en passant d'un cône C_1 au suivant C_2, le fil est engagé suivant MNO (*fig.* 1) dans l'intervalle libre que laissent entre elles deux lames métalliques L, L

isolées en I par un morceau d'ébonite et dont les extrémités se touchent par l'intermédiaire de contacts en platine, P, P'. Cette sorte de pince est traversée par un courant électrique qui va animer le style de l'enregistreur et qui est interrompu lorsque les deux branches s'écartent.

Fig. 1.



» Quand le cône C_1 est déroulé, le fil fixé au mobile écarte un instant les branches de la pince et ouvre le courant qui se rétablit aussitôt : c'est alors que la plume de l'enregistreur laisse une trace sur le cylindre tournant; puis le cône C_2 se déroule à son tour, la seconde pince s'ouvre après un nouveau parcours de 20^{m}, et ainsi de suite. Les lames L et L' qui constituent chaque pince étant très souples, la résistance qu'elles opposent à l'écartement par le passage du fil est extrêmement faible. Dans les essais faits pour évaluer cette résistance, un poids de 2^{gr}, tombant de 10^{cm} de hauteur, a suffi pour écarter ces lames. Un calcul très simple permet de voir que cet effort ne ralentirait un mobile du poids de 1^{kg} au bout d'une chute de 20^{m} que de moins de $0^{mm},2$ par seconde, soit un retard infé-

rieur à $\frac{1}{100000}$. Pour évaluer la double résistance pouvant provenir soit du déroulement du fil, soit de son frottement dans l'air, nous avons employé plusieurs méthodes.

» 1° Nous avons laissé tomber une sorte de flèche cylindrique de bois, lestée à sa partie inférieure par une masse métallique terminée en pointe très effilée. Cette flèche, à cause de sa faible section et de sa forme très allongée, ne doit éprouver par elle-même qu'une très faible résistance de la part de l'air. Elle doit, par suite, prendre un mouvement de chute très voisin de celui qu'elle aurait dans le vide. Cette dernière conclusion s'applique encore si les résistances passives dues au fil entraîné sont négligeables. Or, dans plusieurs expériences très concordantes, nous avons trouvé que la durée totale de la chute de cette flèche ne diffère de celle de la chute théorique dans le vide que des $\frac{20}{1000}$ de sa valeur.

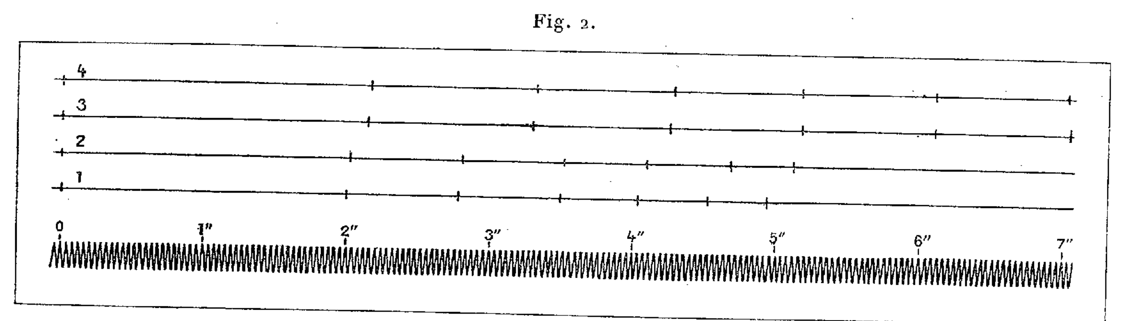
» 2° Un second moyen de vérification que nous avons employé consiste à laisser tomber le mobile entièrement libre et non attaché au fil. L'instant de son départ est enregistré par la plume électrique dont le circuit est interrompu par la chute même du corps au moment où il se met en mouvement. En arrivant au sol, ce mobile vient frapper un panneau de bois soutenu par des ressorts et que traverse un courant qui anime l'enregistreur. Au moment du choc, le panneau cède, et le courant est interrompu, de sorte que l'instant précis de l'arrivée est enregistré, ainsi que celui du départ. En comparant la durée totale de la chute libre à celle que donne le même mobile attaché au fil et faisant fonctionner les pinces, la différence de ces durées représente la somme des retards que subit ce mobile de la part des résistances passives dues à l'appareil même. Dans deux expériences faites avec un cylindre de cuivre du poids de 2080^{gr}, nous avons trouvé que la différence des durées de chute de ce cylindre, lorsqu'il est attaché au fil et lorsqu'il est entièrement libre, ne dépasse pas $0^s,04$, sur une durée totale de chute de cinq secondes, soit un retard inférieur à $\frac{1}{100}$ dû à l'entraînement du fil.

» Les expériences que nous avons faites jusqu'ici ont eu surtout pour but de vérifier la précision de nos appareils, la sûreté de leur fonctionnement et la valeur pratique de la méthode.

» Nous avons vérifié que la résistance opposée par l'air à des plans d'égales surfaces, se mouvant dans une direction normale à ces plans, ne dépend pas de leur forme. Nous avons employé des surfaces circulaires, carrées, triangulaires équilatérales, et nous avons trouvé des durées de

chute qui ne diffèrent que de quantités insignifiantes; comme on peut le vérifier sur la *fig.* 2, tracés 3 et 4. Cette figure est la réduction au $\frac{1}{4}$ des graphiques obtenus au moyen de nos appareils.

Fig. 2.



N° 1. — Tracé théorique de la chute d'un corps tombant librement dans le vide.

N° 2. — Tracé expérimental de la chute d'une longue flèche en bois lestée par une masse métallique terminée en pointe.

N° 3. — Chute d'un plan carré de $0^{mq},0225$ lesté par un poids de 800^{gr}.

N° 4. — Chute d'un plan triangulaire de même surface que le précédent et lesté par le même poids.

» Afin de laisser le dessin plus net, malgré la réduction d'échelle, on a tracé la courbe du diapason en supposant qu'il n'exécute que 25 vibrations par seconde. Ces résultats confirment nettement les faits déjà connus. Nous avons réservé pour des études plus complètes l'examen des surfaces rectangulaires dont les deux dimensions sont très différentes l'une de l'autre.

» Nous avons cherché également à vérifier si la résistance qu'éprouve un plan en mouvement dans l'air est proportionnelle à sa surface. Nous avons employé, dans une de nos expériences, deux plans carrés dont les surfaces sont entre elles comme 1 est à 2, et nous les avons lestés avec des poids qui étaient dans le même rapport. Les durées de chute, corrigées des retards dus à la résistance opposée par l'air au contrepoids servant de lest, sont de $6^s,92$ et $6^s,96$; ces nombres étant sensiblement identiques, on voit qu'il y a lieu d'admettre la proportionnalité.

» Dans ces expériences, l'évaluation, en kilogrammes par mètre carré, de la résistance opposée par l'air à une surface en mouvement, pour une vitesse donnée, est très simple; en effet, grâce à la vitesse croissante du mobile dans les premiers instants de la chute, la résistance que l'air lui oppose va en augmentant, de sorte qu'elle devient bientôt égale au poids du mobile lui-même.

» A partir de ce moment, le mouvement de chute devient uniforme, et la simple pesée du corps qui tombe et de son lest donne immédiatement en kilogrammes la valeur de la résistance de l'air, pour la vitesse correspondante. Dans toutes les expériences qui viennent d'être citées, nous avons réglé le lest des surfaces employées, de façon à obtenir ce mouvement uniforme au bout de 60^m à 100^m de chute.

» En faisant varier le lest pour une même surface, on peut obtenir des mouvements uniformes avec diverses vitesses et, par suite, étudier la variation de la résistance de l'air en fonction de la vitesse du mobile. On admet généralement que cette résistance est proportionnelle au carré de la vitesse, du moins pour des vitesses modérées; la formule exprimant ce résultat serait

$$T = KV^2,$$

P étant la pression de l'air en kilogrammes, par mètre carré, sur la surface du plan mobile, V la vitesse en mètres par seconde et K une constante. Si cette formule est exacte, la valeur de K tirée des observations correspondantes de P et de V doit toujours être la même pour des vitesses différentes. Nos expériences indiquent que le coefficient R doit augmenter avec la vitesse. Par suite, la résistance P de l'air augmenterait elle-même plus vite que le carré de la vitesse, et la formule précédente serait incomplète. Dans une prochaine Note, nous donnerons les résultats expérimentaux relatifs à la variation de ce coefficient; nous nous bornons aujourd'hui à donner la valeur 0,071 obtenue avec des plans animés d'une vitesse de 25^m environ par seconde.

» M. Langley a obtenu, pour des vitesses de $4^m,48$ à $11^m,20$ par seconde, des valeurs de R comprises entre 0,070 et 0,090. La comparaison de ces diverses valeurs de R avec celles de V n'indique pas de relation nette entre ces deux quantités, les variations de l'une n'étant pas toujours de même sens que celles de l'autre. On voit de plus que la valeur moyenne 0,080 de ce coefficient R, obtenue par M. Langley, est plus forte que celle qui correspond à nos expériences, malgré les plus faibles vitesses qu'il a réalisées. Cette différence s'explique facilement par le mouvement tangentiel au plan que donne à l'air, la force centrifuge dans le mouvement de la rotation d'un manège. On sait que la résistance normale qu'éprouve un plan qui se meut dans l'air est plus grande lorsque l'air possède un mouvement de glissement tangentiel que lorsqu'il est au repos. C'est pourquoi nous nous attendions à voir nos résultats souvent troublés par le vent;

aussi avons-nous cherché à opérer de préférence en air calme. Les résultats obtenus pour les mêmes mobiles dans des conditions atmosphériques un peu différentes, sont restés tout à fait comparables entre eux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la fonction de l'acide camphorique*. Note de M. **A. Haller**.

« Dans notre dernière Communication, nous avons montré que le sel de sodium du camphorate acide de méthyle (d'éthérification), agité en solution aqueuse concentrée avec du chlorure de benzoyle, d'après la méthode de MM. Schotten-Baumann, est susceptible de donner naissance à un produit huileux, dont la composition se rapproche de celle d'un éther méthylbenzoylcamphorique.

» En admettant même qu'un corps de cette composition se produise, on ne serait pas absolument autorisé à conclure qu'il est réellement constitué par un éther benzoïque, bien que les conditions de sa formation et de nombreuses analogies militent en faveur de cette manière de voir. On pourrait tout aussi bien l'envisager comme un éther anhydride mixte, de la forme

$$C^8H^{14}\begin{cases} CO^2CH^3 \\ CO.O.CO.C^6H^5 \end{cases}$$

» Dans l'espoir d'apporter un argument plus décisif en faveur de la formule de M. Friedel, nous avons essayé une autre réaction caractéristique des composés à fonction alcool ou phénol. On sait que le carbonile ou isocyanate de phényle se combine à ces corps, pour donner naissance à des phényluréthanes de la forme

$$R.OH + CO.Az.C^6H^5 = RO.CO.AzHC^6H^5.$$

» L'acide camphorique, ou mieux son éther monométhylique (d'éthérification), c'est-à-dire celui des deux dont la fonction alcool-acide est encore libre, devrait donc donner avec le phénylcarboimide une phényluréthane ayant pour formule

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad COOCH^3 \\ \quad\quad\quad | \\ C^7H^{14}—CO-COAzHC^6H^5. \\ \quad\quad\searrow | \\ \quad\quad\quad CO \end{array}$$

» On a donc chauffé, en tube scellé, à une température ne dépassant pas 100°, une molécule de cet éther camphorique acide avec une molécule de phénylcarboimide. Au bout de peu de temps, la masse se solidifie et devient blanche. A l'ouverture des tubes, il se dégage des torrents d'acide carbonique. On traite la masse par de l'éther de pétrole, pour enlever l'excédent de carbonile, puis par un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Quand le produit a été suffisamment traité, il reste une poudre blanche, constituée par de la diphénylurée pure.

» Les liqueurs éthérées, soumises à l'évaporation lente, fournissent de fines aiguilles blanches et feutrées, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le toluène, insolubles dans l'eau et les alcalis.

» Ce composé fond à 78°-79° et possède le pouvoir rotatoire moléculaire

$$(\alpha)_D = +49°20'.$$

» L'analyse conduit à des nombres correspondant à la formule $C^{22}H^{34}O^7$. Ce corps représente deux molécules de camphorate acide de méthyle moins une molécule d'eau

$$2C^{11}H^{18}O^4 - H^2O = C^{22}H^{34}O^7.$$

» On a d'ailleurs déterminé son poids moléculaire, dans l'acide acétique cristallisable, par la méthode cryoscopique de M. Raoult.

» Point de congélation de l'acide acétique 15°,63.

» Constante admise 39.

» Poids moléculaire théorique 410.

	Concentrations.	Abaissements.	Poids moléculaires.
1°	0,878	0,09	380
2°	1,647	0,16	401
3°	3,191	0,31	401
4°	3,897	0,375	405
5°	4,858	0,475	399
6°	6,523	0,625	407
7°	9,315	0,88	412

» Dans les conditions où nous avons opéré, il ne s'est donc pas formé d'uréthane, et l'isocyanate de phényle a simplement agi comme déshydratant. La réaction peut se traduire par l'équation

$$2C^{11}H^{18}O^4 + 2CO-Az.C^6H^5 = C^{22}H^{34}O^7 + CO\begin{array}{l}\diagup AzHC^6H^5\\ \diagdown AzHC^6H^5\end{array} + CO^2.$$

» Rappelons que les succinate et phtalate acides de méthyle, chauffés dans les mêmes conditions avec de la phénylcarboimide, n'ont pas fourni d'anhydrides de ce genre et qu'ils ont donné respectivement de la succinimide et de la phtalimide [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1326.

» Cette différence d'action du carbonile nous aurait conduit à assimiler les phénomènes observés avec le camphorate acide de méthyle (d'éthérification) à ceux qui ont été étudiés par M. Echert Ulrich (1) sur le rhodinol, si nous n'avions pas soumis aux mêmes essais l'éther méthylcamphorique de saponification, c'est-à-dire auquel reviendrait la formule

$$C^7H^{14}\begin{cases}\text{COOH}\\ \text{COCH}^3\\ \text{CO}\end{cases}.$$

» Ce composé, chauffé avec du carbonile, dans les mêmes conditions que son isomère, a donné naissance à un corps répondant également à la formule $C^{22}H^{34}O^7$, mais dont le point de fusion est situé à 62°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_0 = +81°,27$ diffère notablement de celui de son isomère.

» Cet anhydride cristallise dans l'éther de pétrole, en une masse radiée, et dans l'alcool en aiguilles réunies autour d'un centre commun. Il est soluble dans l'éther, la benzine, moins soluble dans l'éther de pétrole et insoluble dans les alcalis à froid.

» Sa formation est accompagnée de celle de diphénylurée et d'acide carbonique, en sorte que la réaction générale est identiquement la même que celle qu'on observe avec le camphorate acide de méthyle (d'éthérification).

» Cette identité de réaction ne permet guère de conclure à une différence de fonctions et d'admettre, dans l'un des cas, un groupement COH et dans l'autre un groupement carboxylique. Il reste cependant acquis qu'à l'égard du carbonile ces deux éthers isomères se comportent tout autrement que les éthers succinique et phtalique acides.

» Dans une prochaine Communication, nous signalerons une autre série de caractères différenciels de l'acide camphorique d'avec les acides que nous venons de citer. »

---

(1) M. Eckert Ulrich, en chauffant le rhodinol de l'essence de rose, $C^{10}H^{18}O$, avec du carbonile, a obtenu un éther $C^{20}H^{34}O$, de l'acide carbonique et de la diphénylurée symétrique. Or, le rhodinol ne renfermant qu'un atome d'oxygène et possédant d'ailleurs toutes les propriétés caractéristiques d'un alcool primaire, le composé $C^{20}H^{34}O$ ne peut être qu'un éther $\left.\begin{matrix}C^{10}H^{17}\\C^{10}H^{17}\end{matrix}\right\}O$ semblable à l'éther ordinaire $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$ (*Monit. scient.*, novembre 1891, p. 1148, d'après *Arch. für Pharm.*, t. CCXXIX, p. 355).

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelle Note pour servir à l'histoire des associations morbides; anthrax et paludisme;* par M. **Verneuil**.

« Les associations morbides, disais-je dans ma Communication du 21 mars dernier, n'ont pas encore d'histoire générale. J'aurais pu ajouter que cette histoire ne sera pas écrite de sitôt, car très vaste est son cadre et très insuffisants les faits nécessaires pour le remplir. Il faut donc se contenter, pour le moment, d'accumuler le plus d'observations possibles et se résigner à n'émettre que les conclusions tout à fait incontestables.

» Ainsi, jusqu'à ce jour, avons-nous fait mes disciples et moi; ainsi ai-je agi tout récemment ici même. Lorsque, après avoir étudié la coexistence des lésions rénales anciennes et de la rétention stercorale aiguë, j'ai démontré l'action funeste de cette dernière sur les premières et établi nettement, pour une certaine catégorie de faits, l'influence exercée sur la *propathie* ou état morbide antérieur par l'*épipathie*, terme nouveau que je propose pour désigner l'état morbide surajouté ou de date récente (¹).

» Dans la présente Note, je prouverai que la proposition inverse est également vraie, à savoir que la propathie peut, à son tour, influencer et modifier de différentes façons l'épipathie.

» Je donnerai pour base à mon argumentation une association morbide très simple, qui déjà sans doute a été observée, sans avoir été, que je sache, ni décrite ni commentée : il s'agit d'un *anthrax développé chez un paludique*.

» L'un de mes anciens élèves, M. le Dr Kohos, exerçant actuellement à Manchester, connaissant mes études sur l'hybridité morbide, a bien voulu m'adresser l'intéressante observation qui suit :

» Un homme de 49 ans, né en Roumanie, avait eu dans ce pays, à l'âge de 25 ans, la fièvre intermittente pendant plusieurs mois. A 31 ans, il s'était établi à Manchester et n'avait jamais vu depuis reparaître la maladie.

» En août 1891, il retourne en Roumanie, reprend la fièvre et revient en Angleterre avec des accès quotidiens bien caractérisés.

(¹) *Propathie* et *épipathie* indiquent simplement l'ordre de succession de deux états morbides d'ailleurs indépendants et de nature différente, tandis que les termes très usités de *protopathie* et *deutéropathie* indiquent non seulement la succession, mais encore la dépendance et l'identité de nature; la confusion n'est donc pas possible.

» M. Kohos le voit, pour la première fois, le 22 septembre et constate sans difficulté et à plusieurs reprises, dans le sang tiré avec une ventouse (de préférence dans la région de la rate), les différents corps caractéristiques de la malaria.

» Le sulfate de quinine est administré, mais sans succès et ne détermine qu'une surdité assez persistante.

» Le 20 décembre, se déclare à la nuque un anthrax qui prend rapidement de grandes dimensions et s'accompagne d'une vive sensibilité à la pression et de douleurs spontanées très violentes, surtout la nuit.

» Un chirurgien pratique des incisions et exerce des pressions sur la tumeur pour en faire sortir le pus. Ces manœuvres sont extrêmement pénibles et provoquent, pendant vingt-quatre heures, des souffrances presque insupportables.

» L'analyse des urines ne révèle point l'existence du sucre; l'examen microscopique et bactériologique du pus de l'anthrax y montre, outre les leucocytes, des plasmodies paludiques en proportion notable et les staphylocoques dorés caractéristiques en quantité relativement minime.

» Après les incisions, les plaies sont pansées avec des cataplasmes arrosés d'eau phéniquée; on emploie même avec persévérance les pulvérisations phéniquées, habituellement si efficaces contre les furoncles et les anthrax. Mais rien n'y fait; on n'obtient aucun soulagement et la réparation locale ne fait aucun progrès.

» Pendant ce temps, la fièvre revenait régulièrement tous les jours, et, comme auparavant, résistait au sulfate de quinine administré par la bouche. C'est alors que M. Kohos eut l'idée de faire pénétrer ce médicament par la voie cutanée, en l'incorporant à la lanoline dans une pommade avec laquelle on frictionna surtout la région splénique; de plus, on fit ingérer l'arsenic sous forme de liqueur de Fowler.

» L'effet fut prompt et décisif, les souffrances cessèrent bientôt, la fièvre disparut en moins de huit jours, et la cicatrisation s'acheva en trois semaines.

» La guérison ne se démentit point.

» Ce fait, malgré sa concision, est très démonstratif. Au cours d'une fièvre intermittente, en récidive depuis quatre mois, survient un anthrax à allure grave, accompagné de douleurs d'une violence extrême, affectant le type périodique. Un traitement rationnel : débridements, pansements méthodiques, pulvérisations phéniquées, ne produit aucun soulagement, aucune modification favorable dans l'état local.

» On songe alors à instituer le traitement spécifique de la propathie, c'est-à-dire de la malaria. Aussitôt la scène change, les phénomènes anormaux cessent, tout rentre dans l'ordre, le travail réparateur commence et s'achève sans incident nouveau.

» Voici un autre fait tout récemment observé, dans lequel une phlegmasie d'ordre médical subissait également l'influence du paludisme antérieur.

» Une fillette de 5 ans, de belle constitution, est atteinte de pleuro-pneumonie

aiguë, sans symptômes généraux alarmants, mais avec un point de côté très étendu et très douloureux, simulant une névralgie intercostale.

» La petite malade, arrivée à Paris depuis peu de temps, habitait ordinairement le Brésil, ce qui me fit penser qu'elle pouvait bien être paludique. La mère, interrogée, répondit qu'effectivement son enfant avait eu à l'âge de 3 ans une fièvre intermittente assez rebelle, aussi avait-elle pensé à lui administrer de nouveau la quinine. Cette médication, paraissant tout à fait indiquée, fut prescrite, le point de côté disparut et l'amélioration suivie de guérison fut assez rapide pour justifier l'hypothèse d'une association morbide avec réaction de la propathie paludique sur l'épipathie pulmonaire.

» J'ai choisi ces deux exemples, auxquels j'en pourrais ajouter bien d'autres, parce que, de toutes les maladies microbiennes, le paludisme est peut-être celle qui influence au plus haut degré, le plus fréquemment et avec la plus étonnante ténacité les affections ultérieures locales ou générales, externes ou internes.

» Dans les contrées où la malaria est endémique, et chez les sujets actuellement en sa puissance ou qui en ont subi antérieurement l'atteinte, la plupart des épipathies sont modifiées dans leur marche et leur symptomatologie, aggravées dans leur pronostic, retardées pour le moins dans leur guérison, lors même que la thérapeutique a été logiquement instituée.

» Dans ces cas, vainement on combat la douleur par les narcotiques, les hémorragies par les hémostatiques mécaniques ou médicamenteux, l'inflammation par les antiphlogistiques, la fièvre par les antipyrétiques et le régime, etc., on échoue, de coutume, jusqu'au moment où, reconnaissant enfin la cause de l'insuccès, on administre les antidotes, au premier rang desquels se place le quinquina.

» Au reste, si la malaria fournit les exemples les plus probants, elle ne possède pas seule le fâcheux privilège d'agraver les épipathies; on peut, en s'appuyant sur des faits très nombreux, ranger, sinon sur le même rang, au moins dans la même catégorie, des maladies virulentes comme la syphilis, des intoxications chimiques comme l'alcoolisme, des dyscrasies comme le diabète, l'albuminurie, la leucémie, et aussi ces états généraux graves et encore innommés qui résultent fatalement des lésions profondes des grands viscères : cœur, foie, reins, rate.

» C'est donc pour traduire un fait très commun et très général dans l'histoire des associations morbides que je propose d'y inscrire comme parfaitement démontrées les deux propositions suivantes :

» 1° Certaines propathies très répandues : malaria, syphilis, diabète, alcoolisme, etc., exercent fréquemment une action généralement fâcheuse sur les épipathies locales ou générales, externes ou internes.

» 2° Cette notion intéresse au plus haut point la Thérapeutique, qui doit toujours en tenir compte; car, s'il est utile de lutter contre la maladie récente, il est souvent indispensable, sous peine d'insuccès, de combattre simultanément l'état morbide antérieur. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Fixation de l'azote ammoniacal sur la paille.* Note de M. DE VOGÜÉ.

« Les eaux ammoniacales de l'usine à gaz de Cosne contiennent en moyenne 13^{gr} d'ammoniaque par litre, dont 9 combinés à l'acide carbonique et 4 combinés au soufre, au cyanogène, à d'autres corps dont la détermination importe peu au but que nous poursuivons. Elles renferment, en outre, une substance goudronneuse spéciale.

» Employées en arrosages sur les prairies sèches, à la dose de 25^{mc} par hectare, ces eaux en ont augmenté le rendement dans une forte proportion.

» Dans le but d'emmagasiner leur azote pendant les saisons où l'arrosage est impossible, et sous une forme applicable à la culture des céréales, on imagina de les mélanger à la paille, afin de produire un fumier artificiel.

» Un tas fut formé à l'aide de 2500^{kg} de paille et de bale sèches, imbibées de 9000^{lit} d'eau ammoniacale : des appareils furent installés pour mesurer la température et analyser les gaz produits. En même temps, une expérience de laboratoire, où l'on s'était efforcé de reproduire les mêmes conditions, permettait de suivre de plus près la marche de l'opération.

» Au début, une violente oxydation se manifesta, accompagnée d'une grande élévation de température, avec dégagement d'acide carbonique et de beaucoup de vapeur d'eau. Le maximum d'intensité de la réaction dans le tas de fumier se produisit le treizième jour. Le gaz sortant renfermait alors 32 pour 100 d'acide carbonique et des traces seulement d'oxygène; la température dépassait 100°. Le liquide qui s'échappait du tas, et qui était rejeté sur la masse chaque jour, était fortement coloré en noir : traité par les acides, il précipitait une matière noire floconneuse, soluble dans la potasse et ayant toutes les apparences de la matière noire du fumier animal.

» A partir du treizième jour, la réaction diminua d'intensité, mais le dégagement d'acide carbonique se continua, en décroissant, jusqu'à la fin de l'opération, qui fut interrompue au bout de quatre mois et demi. Le tas avait alors diminué en poids de 4200^{kg}, ou un peu plus du tiers; il présentait l'aspect du fumier noir à demi consommé et fut répandu dans un champ d'expérience, comparativement avec une quantité égale de fumier animal.

» Un échantillon de ce fumier artificiel, prélevé le trente-troisième jour de l'opération, fut analysé par notre savant confrère M. Schlœsing et présenta la composition suivante :

Eau	80
Matière sèche	20

Dans 100^{gr} de fumier frais :

		mgr
Azote	de l'ammoniaque dégagée pendant la dessiccation à froid...	67,16
	de l'ammoniaque retenue en combinaison	129,72
Azote organique		483,31
		680,19

» Le meilleur fumier naturel ne renferme que 4 à 5 millièmes d'azote total; notre fumier artificiel était donc plus riche, au trente-troisième jour de l'opération. A la fin de l'opération, on a calculé que la moitié seulement de l'azote initial avait été fixée; mais il sera possible, en modifiant la durée de la fermentation et en modérant la réaction, d'arriver à une déperdition moins grande.

» Ce qui est intéressant à constater aujourd'hui, c'est la réaction intervenue entre le carbonate d'ammoniaque provenant de la distillation de la houille et la matière organique de la paille. Les corps noirs complexes du fumier se sont produits et se sont combinés avec une partie de l'ammoniaque. L'acide carbonique a été mis en liberté et s'est dégagé conjointement avec l'acide carbonique de la combustion lente de la paille.

» Au point de vue cultural, il n'est pas moins intéressant de constater le profit que pourront tirer de l'emploi des eaux ammoniacales, sous cette forme éminemment agricole, les exploitations situées à proximité d'une usine à gaz. »

M. **Ad. Chatin** fait hommage à l'Académie d'un Volume dans lequel il a réuni les résultats de ses recherches récentes, sous le titre « La Truffe ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Warren de la Rue*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. G. Rayet obtient	. . . .	34 suffrages.
M. Gruey »	. . . .	3 »
M. Perrotin »	. . . .	2 »
M. Souillard »	. . . .	1 »

M. G. **Rayet**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer l'emploi de sommes restées disponibles, sur les fonds provenant du legs Lecomte.

MM. **Bertrand**, **Berthelot**, **Hermite**, **Milne-Edwards**, **Tisserand** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D.-A. **Casalonga** adresse une Communication intitulée « De la quantité de chaleur A*pu*, équivalente au travail de pleine pression, qui disparaît d'une chaudière alimentant une machine à vapeur, et dont il faut tenir compte en l'*ajoutant* à la quantité de chaleur totale λ contenue dans l'unité de poids de la vapeur admise et consommée ».

(Commissaires : MM. Sarrau, Mascart, Potier.)

M. **Berlese** adresse, pour le concours du prix Jérôme Ponti, l'analyse d'un Ouvrage en voie d'impression, sous le titre « Les Acariens, Myriapodes et Scorpions trouvés en Italie jusqu'à ce jour ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

L'Université de Dublin adresse une invitation pour les fêtes du troisième centenaire de sa fondation, qui auront lieu du 5 au 8 juillet de cette année.

MÉCANIQUE. — *De la nature de la rotation du couteau d'un pendule sur son plan de suspension.* Note de M. G. **Defforges**.

« On a assimilé jusqu'à présent le mouvement de l'arête du couteau d'un pendule sur son plan de suspension au roulement ordinaire. Euler et, après lui, Laplace en ont donné la théorie et en ont exprimé l'influence sur la durée d'oscillation du pendule.

» Il résulte d'une longue série d'expériences, poursuivies au Service géographique, que ce mouvement est plus complexe. Au roulement proprement dit, vient s'ajouter un glissement de l'arête sur le plan de suspension.

» Pendant le mouvement élémentaire d'amplitude $d\theta$ qui fait passer le pendule d'une position déterminée à la position infiniment voisine, les choses se passent comme si le système tournait : 1° d'un angle $m\,d\theta$ autour de la génératrice de contact, 2° d'un angle $n\,d\theta$ autour d'une droite parallèle passant par le centre de courbure qui, dans la section droite de l'arête, correspond au point de contact; les deux rotations, autour de deux axes parallèles, se composent en une rotation résultante d'amplitude totale $d\theta$, qui s'effectue autour d'un axe instantané parallèle au plan de suspension et à l'arête du couteau et qui, dans la section droite de l'arête, coupe le rayon de courbure du point de contact, entre celui-ci et le centre de courbure, en en partageant la distance dans le rapport $\frac{m}{n}$.

$$m + n = 1.$$

» L'équation différentielle du mouvement oscillatoire du pendule composé prend alors la forme suivante

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\theta\left(1 + \frac{n\rho}{h}\right);$$

l est la longueur du pendule synchrone;
ρ le rayon de courbure moyen du couteau;
h la distance du centre de gravité à l'arête du couteau;
n le coefficient du glissement.

» L'effet du glissement sur un pendule réversible est le même que si l'on augmentait la distance h des arêtes de la quantité

$$n(\rho + \rho'),$$

ρ et ρ' étant les rayons de courbure moyens des deux couteaux.

» Le glissement est proportionnel à l'amplitude. Jusqu'à 6^{kg} ou 7^{kg}, il est assez exactement proportionnel au poids du pendule. Pour des poids plus élevés, la loi paraît plus compliquée.

» Le glissement est facilement mis en évidence et mesuré à l'aide de l'appareil suivant :

» Une fourchette, suspendue à un fil très souple, embrasse le support du pendule sans le toucher et s'appuie sur les parties de l'arête du couteau qui débordent le plan de suspension. Une glace plane, fixée à l'extrémité de la fourchette, est réglée parallèlement à une autre glace plane très voisine portée par le support. Les franges d'interférence d'une lumière monochromatique sont établies entre les deux glaces. Le déplacement alternatif des franges dans leur plan pendant le mouvement du pendule permet de mesurer l'étendue linéaire du glissement.

» Pour un pendule de 1^{m}, pesant environ 5^{kg}, à une amplitude de 30′, correspond un glissement de $0^{\mu},2$ environ.

» Des expériences ont été entreprises, en 1891, à la station de Rivesaltes, avec quatre pendules réversibles, de poids et de longueur différents, pour étudier les effets du glissement. La constante $n(\rho + \rho')$ a été tirée de l'ensemble des observations, exécutées, pour les quatre pendules, à l'aide des mêmes couteaux, entre les mêmes limites d'amplitude.

» Chacun des quatre pendules avait donné, pour la longueur L du pendule à secondes, à Rivesaltes, une valeur différente; la correction de glissement a accordé toutes les valeurs de la manière la plus satisfaisante, comme le montre le Tableau ci-dessous :

	Poids.	Longueur.	L observé.	Correction de glissement.	L corrigé.
	kg	m	m	m	m
Pendule n° 1...	5,2	1	0,99339	+0,00006	0,99345
» n° 2...	5,2	$\frac{1}{2}$	0,99333	+0,00012	0,99345
» n° 3...	3,2	$\frac{1}{2}$	0,99338	+0,00008	0,99346
» n° 4...	2,3	$\frac{1}{4}$	0,99335	+0,00010	0,99345

» Dans les observations faites à Rivesaltes, j'ai été secondé par M. le capitaine Dumézil, du Service géographique. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'influence de la place du thermomètre extérieur dans les observations de distances zénithales.* Note de M. **Périgaud**, présentée par M. Wolf.

« Lorsqu'on veut atteindre la plus haute précision, on sait que les observations de distances zénithales présentent des difficultés toutes particulières, tenant à l'incertitude des données servant au calcul de la réfraction. En premier lieu se place l'influence de la position du thermomètre extérieur, dont les indications corrigent la valeur de la réfraction moyenne.

» A l'Observatoire de Paris et pour ce qui concerne le cercle de Gambey, on adopte généralement le thermomètre Arago, placé à l'extérieur de la salle, tout près de la face nord de l'édifice. Or la théorie apprend qu'il faut employer la température de la dernière couche d'air venant baigner l'objectif.

» Il m'a paru intéressant de me conformer strictement à cette règle pour des mesures de distances zénithales d'étoiles réparties depuis 15° jusqu'à 75° du zénith et j'ai, dans ce but, installé un thermomètre tout près de l'objectif dans une série d'observations de ce genre effectuées en 1889, de mai 7 à juin 3, c'est-à-dire à une époque où les variations de la température à l'intérieur et à l'extérieur s'accusent tout particulièrement.

» Les indications des deux thermomètres, en effet, ont présenté de très notables différences s'élevant pour une même soirée jusqu'à 3°. Dans les sept séries d'observations recueillies, le thermomètre Arago a marqué cinq fois une température plus faible que l'autre.

» Voici le Tableau des résultats obtenus en réduisant séparément les séries avec chacun des deux thermomètres, les étoiles étant rangées par ordre de distance zénithale :

	Distance zénithale.	Secondes de la distance zénithale ramenée au 7 mai.		Diff. Ar.-nouveau.
		Therm. Arago.	Therm. nouveau.	
α Cassiopée	75°	21″,1	20″,5	0″,6
β Cassiopée	72	49,4	48,4	1,0
γ Cassiopée	71	6,1	5,4	0,7
δ Cassiopée	71	32,4	31,6	0,8
γ Céphée	54	18,1	17,8	0,3
Polaire	42	59,1	58,9	0,2

» Les étoiles plus près du zénith ne présentaient naturellement aucune différence.

» Ainsi on constate que, même pour la Polaire, la différence s'élève à 0″,2 et peut aller jusqu'à 1″ pour les étoiles à 20° au-dessus de l'horizon.

» Pour faire un choix entre les deux thermomètres, j'ai alors déterminé la latitude au moyen de séries de passages supérieurs et inférieurs d'étoiles observées en mai et novembre 1889 et réduites séparément avec les deux thermomètres.

» Voici le Tableau des résultats, les étoiles étant rangées par ordre de distance zénithale au passage inférieur.

	Distance zénithale.	Secondes de la latitude conclue. Therm. nouveau.	Therm. Arago.
Polaire	42°	10″,8	10″,5
γ Céphée	54	10,9	10,7
λ Dragon	61	10,5	10,2
α Grande Ourse	69	10,6	10,2
γ Cassiopée	71	10,7	10,4
δ Cassiopée	71,5	10,7	10,1
β Cassiopée	72,5	10,5	10,0
β Grande Ourse	74	10,4	9,8
ε Grande Ourse	74,5	10,6	10,0
α Cassiopée	75	10,2	9,8

» Quel que soit le thermomètre adopté, la Polaire et γ Céphée ne pouvant présenter de grandes différences, la véritable latitude doit être très près de 10,8. Le thermomètre Arago, conduisant à des nombres qui s'écartent notablement de cette valeur, doit être évidemment rejeté.

» Des séries analogues effectuées en novembre 1889 et mai 1890, d'une part, en mai 1890 et novembre 1890 d'autre part, et réduites avec le thermomètre nouveau, ont fourni pour les latitudes calculées avec les diverses étoiles des résultats très concordants.

» La conclusion importante à déduire, c'est que la place du thermomètre extérieur jouit d'une influence considérable. Pour les observations méridiennes de haute précision, s'il n'est pas possible, ce qui serait l'idéal, d'effectuer en plein air les déterminations, il faut au moins pour les étoiles un peu basses ne se rapporter qu'aux indications d'un thermomètre placé près de l'objectif.

» Au grand méridien de l'Observatoire ces précautions ont été observées en conséquence du travail précédent.

» Les résultats énoncés viennent confirmer les idées de Le Verrier, qui avait songé à installer des thermomètres à l'ouverture des trappes de la salle méridienne, et de Villarceau, qui conseillait pour la détermination précise des fondamentales de se borner aux mesures obtenues à 30° environ de part et d'autre du zénith. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes primaires des équations différentielles linéaires du second ordre*. Note de M. **Ludwig Schlesinger**, transmise par M. Poincaré.

« Si, dans une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels, on considère l'intégrale générale y comme fonction de la variable indépendante x, en général l'ensemble formé par les valeurs de y appartenant à une valeur quelconque de x sera *überalldicht* (dans le sens de M. Cantor); il ne se constitue de points isolés que dans le cas singulier d'un groupe discontinu, en particulier pour les équations du second ordre (pour lesquelles, au lieu de l'intégrale générale, il convient d'étudier le quotient d'un système fondamental) si le groupe est fuchsien ou kleinéen.

» Soient

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^2\mathfrak{y}}{d\xi^2} = Q(\xi)\mathfrak{y}$$

une telle équation, $\mathcal{G}$ son groupe, η le quotient des intégrales fondamentales $\mathfrak{y}_1$, $\mathfrak{y}_2$, et considérons une fonction uniforme $f(u)$ qui ne change pas de valeur si l'on fait subir à la variable u les substitutions du groupe $\mathcal{G}$. Alors $f(\eta)$ sera évidemment une expression uniforme $\mathfrak{E}(\xi)$ de ξ, et l'équation uniforme $f(\eta) = \mathfrak{E}(\xi)$ nous fournira toutes les valeurs de η appartenant à une valeur de ξ, pour laquelle l'expression $\mathfrak{E}(\xi)$ existe.

» On en conclut que non seulement l'ensemble des valeurs de η appartenant à une valeur de ξ, mais aussi celui des valeurs de ξ appartenant à une valeur de η, est composé de points isolés, et l'on reconnaît par là l'analogie entre la classe des équations à groupes discontinus et celle des équations intégrables algébriquement. Je supposerai que G soit un groupe de genre zéro, et que les fonctions fuchsiennes ou kleinéennes appartenant à G existent dans un domaine simplement connexe, à l'intérieur duquel il ne se trouve aucun point essentiel du groupe $\mathcal{G}$. Soit alors $x = f(\eta)$ une fonction fuchsienne ou kleinéenne à l'aide de laquelle toutes

les autres s'expriment rationnellement, et posons

$$y_1 = \left(\frac{dx}{d\eta}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad y_2 = \eta y_1, \qquad y = c_1 y_1 + c_2 y_2,$$

y va satisfaire à l'équation

$$\text{(B)} \qquad \frac{d^2 y}{dx^2} = \mathfrak{P}(x) y,$$

de laquelle on passera à l'équation (A), en substituant dans (B)

$$y = \left(\frac{dx}{d\xi}\right)^{\frac{1}{2}} \mathfrak{y}, \qquad x = f[\eta(\xi)] = \varepsilon(\xi).$$

» Soient $a_1, a_2, \ldots, a_n, a_{n+1} = \infty$ les points singuliers de (B), β_k l'inverse de la différence des racines de l'équation déterminante relative au point a_k; supposons qu'aucun de ces points singuliers ne soit logarithmique.

» Nous appelons *forme uniforme* et *invariante* une fonction homogène $\mathfrak{H}(\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2)$ de $\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2$ du degré r, qui devient fonction uniforme $\mathrm{H}(\eta)$ de η, si on la multiplie par $\mathfrak{y}_1^{-r}$ et qui, multipliée par $\left(\frac{dx}{d\xi}\right)^{\frac{r}{2}}$ devient la racine d'une fonction rationnelle de x; en particulier, nous dirons qu'une forme $\mathfrak{H}(\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2)$ est *entière* si, pour des valeurs finies de $\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2$, dont le quotient appartient au domaine d'existence de la fonction $\mathrm{H}(\eta)$, elle reste elle-même toujours finie. Il résulte alors des recherches de M. Poincaré (*Acta mathem.*, t. I, p. 235 et suiv.) que la forme générale d'une forme entière est

$$\mathfrak{y}_1^r \prod_{i=1}^{m} (x - c_i)^{\lambda_i} \prod_{k=1}^{n} (x - a_k)^{r\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\frac{1}{\beta_k}\right)}.$$

» En suivant la notation introduite par M. Fuchs pour les équations intégrables algébriquement (*Journal de Crelle*, t. 81, 85), nous appelons *forme primaire* une forme entière, si la fonction $\mathrm{H}(\eta)$ correspondante ne s'évanouit à l'intérieur du polygone générateur du groupe $\mathcal{G}$ que pour une seule valeur de η et pour cette valeur du premier ordre; une forme primaire est donc déterminée, à un facteur constant près, par son point zéro $\eta = \gamma$, et elle pourra s'écrire

$$\Phi(\mathfrak{y}_1, \mathfrak{y}_2)_\gamma = \mathfrak{y}_1^{\frac{\nu}{\beta}} \mathrm{X}(\eta)_\gamma = \left(\frac{dx}{d\xi}\right)^{-\frac{\nu}{2\beta}} (ax + b)^{\frac{1}{\beta}} \prod_{i=1}^{n} (x - a_i)^{\frac{\nu}{\beta}\left(\frac{i}{2} - \frac{i}{2}\frac{i}{\beta_i}\right)},$$

en désignant par $ax + b$ une fonction linéaire qui s'évanouit pour $x = f(\gamma)$ et par β la différence des racines de l'équation déterminante relative à $x = f(\gamma)$. Si $f(\gamma)$ n'est pas un des points singuliers, on aura $\beta = i$ et Φ est du degré ν; si, au contraire, $f(\gamma) = a_k$, la forme primaire correspondante Φ_k est du degré $\frac{\nu}{\beta_k}$. Les fonctions $X_1, \ldots, X_{n+i}$ sont alors les mêmes que celles que M. Poincaré désigne par les mêmes lettres dans son Mémoire cité. On démontre aisément les théorèmes suivants, établis par M. Fuchs pour les équations à intégrales algébriques.

» I. Chaque forme entière invariante est le produit de formes primaires.

» II. Entre trois formes qui sont, ou des formes primaires du degré ν, ou les puissances $\beta^{\text{ièmes}}$ de formes primaires du degré $\frac{\nu}{\beta}$, il y a une relation linéaire à coefficients constants; la forme primaire générale du degré ν est donc représentée par $c_1 \Phi_k^{\beta_k} + c_2 \Phi_i^{\beta_i}$, $i \gtrless k$.

» III. On a les relations

$$\frac{\beta_k \beta_{n+i}}{\nu} (\Phi_{n+i}, \Phi_k) = \Phi_k^{1-\beta_k} \Phi_1^{\beta_1 - i} \ldots \Phi_n^{\beta_n - i},$$

$$\frac{\beta_{n+i}}{\nu} (\Phi_{n+i}, \Phi_\gamma) = \Phi_1^{\beta_1 - i} \ldots \Phi_n^{\beta_n - i},$$

en désignant par (φ, ψ) le déterminant fonctionnel des fonctions φ, ψ.

» IV. Soit ρ le plus petit multiple des nombres $\beta_1, \ldots, \beta_{n+i}$ et $\sigma\nu = -2\rho$, la puissance $\sigma^{\text{ième}}$ de Φ_γ et la puissance $\sigma\beta_k{}^{\text{ième}}$ de Φ_k seront des fonctions rationnelles de x et, par conséquent, des fonctions uniformes de ξ, qui pourront être représentées sous la forme $\eta_1^{2\rho} \sum_{k=0}^{\sigma} c_k \theta_k(\eta)$, où $\theta_k(\eta)$ signifie une fonction thêta-fuchsienne ou -kleinéenne.

» V. Pour qu'une équation (A) admette un groupe discontinu, il est nécessaire et suffisant qu'une fonction homogène de η_1, η_2, qui, multipliée par une puissance convenable de η_1, se réduit à une fonction uniforme de η, soit égale à la racine d'une fonction uniforme de ξ.

» On arrive à des résultats analogues si quelques-uns des points $a_1, \ldots, a_{n+i}$ sont des points logarithmiques.

» J'ai développé les résultats indiqués, dans un Mémoire présenté au mois de janvier, au *Journal de Crelle*, et qui paraîtra prochainement; dans un second Mémoire, j'ai étudié en particulier le cas où la fonction ξ de η n'admet qu'un nombre fini de valeurs pour chaque valeur de η. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination précise de la densité critique.* Note de M. E. MATHIAS, présentée par M. Lippmann.

« I. Si l'on porte en ordonnées les deux sortes de densités d'un corps (liquide et vapeur saturée) et en abscisses les températures, les deux courbes obtenues se raccordent à la température critique; l'ensemble forme une courbe unique, telle que le lieu des milieux des cordes parallèles à l'axe des ordonnées est une *droite*. Ce résultat, annoncé par MM. Cailletet et Mathias ([1]), vérifié sur l'acide sulfureux dans un intervalle de 156°, a été confirmé récemment par M. Amagat ([2]). Mais, sauf pour l'acide sulfureux, la vérification n'a porté que sur des intervalles de température peu étendus (30° à 60°), et l'on peut craindre que le diamètre rectiligne ne soit qu'une *approximation*.

» Les récentes expériences de M. Sydney Young ([3]) permettent de donner de la loi du diamètre rectiligne une démonstration définitive, puisqu'il s'agit des corps les plus divers, au nombre de *douze*, et que les intervalles de température atteignent 300° et même 325° (*benzine monochlorée*).

» J'ai calculé la demi-somme des densités ([4]) pour chaque corps à un grand nombre de températures; puis j'ai déterminé le diamètre des deux points, et j'ai comparé les ordonnées observées et calculées.

» Le Tableau suivant donne cette vérification pour six des corps étudiés par M. Young. Les températures absolues de la première colonne sont relatives à la *benzine monofluorée;* les nombres de chaque couple de lignes horizontales, pour les autres corps, se rapportent à des températures *correspondantes :*

		Benzine.	Benzine monofluorée.	Acide acétique.	Chlorure d'étain.	Tétrachlorure de carbone.	Alcool éthylique.
272°,25	obs....	0,4500	0,5237	0,5265	1,1198	»	»
	calc...	admis	0,5218	0,5295	1,1125	»	»
289,3	obs....	»	»	»	»	0,80251	»
	calc...	»	»	»	»	admis	»

([1]) CAILLETET et MATHIAS, *Comptes rendus*, t. CII, mai 1886, et t. CIV, juin 1887.
([2]) AMAGAT, *Comptes rendus*, t. CXIV, février 1892.
([3]) SYDNEY YOUNG, *Phil. Mag.* [5], t. XXXIII; février 1892.
([4]) Rapportées à l'eau à 4°.

		Benzine.	Benzine monofluorée.	Acide acétique.	Chlorure d'étain.	Tétrachlorure de carbone.	Alcool éthylique.
320°,25	obs....	0,4253	0,4948	0,4992	1,0549	0,7734	0,3937
	calc...	0,4256	0,4939	0,4998	1,0508	0,7743	0,4019
410,4	obs....	0,3785	0,44157	0,44413	0,93513	0,6895	0,3559
	calc...	0,3799	admis	admis	admis	0,6923	admis
460,4	obs....	0,3534	0,4119	0,4142	0,8707	0,6457	0,3309
	calc...	0,3545	0,4125	0,4132	0,8709	0,6468	0,3304
519,7	obs....	0,32405	0,3776	0,3761	0,7937	0,5922	0,2997
	calc...	admis	admis	admis	admis	admis	admis
550,0	obs....	0,3092	0,3598	0,3563	»	0,5660	0,2811
	calc...	0,3088	0,3601	0,3576	»	0,5649	0,2844
559,55 temp. crit.	x.....	0,3037	0,3543	0,3514	0,7423	0,5558	0,2793

» La vérification de la loi du diamètre est pour ainsi dire absolue pour tous les corps étudiés; cependant, les trois alcools : méthylique, éthylique et propylique donnent, à la température la plus basse des expériences, une différence d'un peu plus de 2 pour 100 entre les nombres observés et calculés; la vérification est parfaite dans un intervalle de 200° à partir de la température critique.

» II. Les physiciens qui se sont occupés récemment de la détermination expérimentale des deux sortes de densités, MM. Battelli, Amagat et Young, ont conclu à l'existence d'une limite commune pour les deux densités, à la température critique; d'après la loi du diamètre, il s'ensuit nécessairement que la densité critique est égale à l'ordonnée du diamètre qui correspond à la température critique, comme l'ont indiqué MM. Cailletet et Mathias (mai 1886). Les nombres x de la dernière ligne horizontale du Tableau précédent sont donc les *densités critiques* des corps étudiés.

» Ces densités diffèrent beaucoup de celles qu'on déduit des *volumes critiques* observés directement par M. Young ou MM. Ramsay et Young; la différence atteint parfois presque 20 pour 100 de la densité critique (pour la *benzine monofluorée*, on a d'après M. S. Young 0,4111, et d'après le diamètre 0,3514). C'est la preuve qu'il est difficile, sinon impossible, de déterminer directement et avec précision la densité critique, conclusion à laquelle je suis arrivé dans un Mémoire antérieur ([1]). Au contraire, la méthode du diamètre fournit, même appliquée à une grande distance de

([1]) E. Mathias, *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse;* 1891, et *Journ. de Phys.;* 1892.

la température critique, des valeurs précises de la densité critique, parce que le coefficient angulaire négatif du diamètre étant toujours très faible (il varie de — 0,000493 à — 0,001285 pour les corps étudiés), une erreur de 1° sur la température critique donne une erreur négligeable et sûrement plus petite que les erreurs d'observation.

» III. Cette méthode, appliquée aux trois premiers alcools, donne des nombres qui ne diffèrent de leur moyenne, 0,2785, que de quantités inférieures ou égales à $\frac{1}{400}$ environ. Par suite, les trois alcools *homologues* méthylique, éthylique et propylique ont *même densité critique;* leurs diamètres ont aussi sensiblement même coefficient angulaire. Il y aurait intérêt à généraliser ce résultat par l'étude d'autres séries homologues ([1]).

» IV. Dans le Mémoire antérieur déjà cité, j'ai montré que la densité d'un liquide tend vers le triple de la densité critique quand on s'éloigne le plus possible de la température critique. Les expériences de M. Young fournissent une très belle vérification de cette loi, comme le montre ce Tableau :

Corps.	Densité critique calculée par le diamètre.		Tiers de la densité à t°.	t°.
Benzine	0,3037		0,3000	0°
» monofluorée	0,3543		0,3491	— 0,75
» monochlorée	0,3661		0,3635	+35
» monobromée	0,4857		0,4836	+53
» monoiodée	0,5838		0,5808	+77,8
Alcool méthylique	0,2784	0,2785	0,274	0
» éthylique	0,2793		0,269	0
» propylique	0,2778		0,271	+10,3
Éther ordinaire	0,2631		0,2453	0
Acide acétique	0,3514		0,3510	+16,3
Tétrachlorure de carbone	0,5558		0,5440	0
Chlorure d'étain	0,7423		0,7465	+14,9

([1]) Le tiers des densités de liquide des alcools supérieurs (prises à basse température) donne des valeurs par défaut de la densité critique. On obtient ainsi : pour les alcools *butyliques* primaires et secondaires 0,275, 0,272, 0,276; pour les alcools *amyliques* normal et de fermentation 0,277 et 0,275; et enfin pour l'alcool *hexylique* normal 0,278. Cela montre bien la généralité de la loi pour les alcools saturés primaires et secondaires. L'alcool *butylique* tertiaire fournit un nombre un peu plus faible, 0,262. Une vérification identique peut se faire sur la benzine, le toluène et le métaxylène.

» La considération des *volumes spécifiques moléculaires* (employés par M. Young) voile les analogies; la considération des *densités* nous a paru préférable. »

MÉCANIQUE. — *Influence de la masse du liquide dans les phénomènes de caléfaction.* Note de M. **A. Witz**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, à la date du 13 juin, M. de Swarte a élevé une réclamation de priorité relativement à mes recherches sur la vaporisation, en se référant à un article des *Annales industrielles*, auquel je n'ai pas trouvé sa signature : je me contenterai de faire remarquer que mes expériences diffèrent essentiellement de celles de M. de Swarte et que mes conclusions sont absolument opposées aux siennes.

» En même temps, dans le but d'éviter toute fausse interprétation de la loi que j'ai formulée, je la commenterai brièvement. L'effet de Boutigny se produit toujours, sur une plaque rougie, quand le liquide est en gouttes, donc en faible quantité; il ne se produit plus quand l'eau est en trop grande masse pour pouvoir affecter la forme sphéroïdale. La forme globulaire est donc requise pour la réalisation de la caléfaction. Le Dr Berger, de Francfort, a obtenu des gouttes de 500^{gr} d'eau (1); c'est sans doute un maximum.

» Pour ce qui est des vaporisations de 1810^{lit} par mètre carré et par heure, que l'on a citées, je dirai qu'elles reposent sur des observations de huit à douze secondes ; mes expériences, au contraire, entreprises d'après le procédé inauguré par M. Hirsch, sont continues et peuvent être poursuivies pendant des heures; or le foyer le plus intense que j'ai pu employer ne m'a donné que 1000^{lit} au plus par mètre carré et par heure. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la constante diélectrique par les oscillations électromagnétiques.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Potier.

« Dans une précédente Communication, j'ai indiqué la méthode que j'ai employée pour mesurer la constante diélectrique à l'aide des oscillations électromagnétiques.

(1) *Ueber spheroïdal Zustand* (*Pogg. Ann.*, t. CXIX, p. 594; 1863).

» I. Pour faire cette détermination sur un mélange de résine et de cire (résine 9, cire 1), j'ai employé le même appareil que pour l'essence de térébenthine, et trouvé les valeurs suivantes :

	$\sqrt{k}$.	k.
Résine liquide........................	1,462	2,137
» pâteuse........................	1,458	2,126
» froide........................	1,439	2,071

la période de la charge étant environ 4.10^{-8} secondes.

» Voici les nombres trouvés par d'autres procédés pour le même mélange de résine et de cire :

» Par la méthode du prisme [1], k a été trouvé compris entre 2 et 2,1.

» Par la méthode du galvanomètre balistique [2], pour des durées de charge comprises entre $0^s,0025$ et $0^s,022$, j'ai trouvé 2,03.

» En déterminant, à l'aide d'un condensateur à glissement, la capacité d'un condensateur successivement plongé dans l'air, puis englobé dans la résine, j'ai obtenu 2,88.

» Enfin, la méthode d'attraction des sphères de M. Boltzmann pour un temps de charge très long m'a donné $k = 5,4$.

» II. Pour le verre, ne pouvant englober le condensateur tout entier dans le diélectrique, j'ai eu recours, pour éliminer l'influence des bords, à une méthode particulière qui m'a été indiquée par M. Blondlot et déjà employée par lui.

» Considérons un condensateur placé dans l'air, d'épaisseur E; si dans la région où le champ est uniforme on introduit une lame de diélectrique d'épaisseur e, de surface S, de pouvoir inducteur K, la capacité augmentera de

$$\frac{S}{4\pi}\left(\frac{1}{\frac{e}{K}+E-e}-\frac{1}{E}\right),$$

les lignes de force restant toujours normales aux armatures.

» Soit, en valeur absolue électrostatique, A la capacité quand le diélectrique n'est pas placé, B quand il l'est, on verra facilement que

$$K=\frac{\frac{Se}{4\pi E}+(B-A)e}{\frac{Se}{4\pi E}-(B-A)(E-e)}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 415.

(2) *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 164.

» J'ai employé pour cette mesure une série de résonateurs formés avec quatre condensateurs, toujours les mêmes, et un certain nombre de circuits.

» Pour avoir A et B, le plus simple est de calculer les coefficients de self-induction des circuits à l'aide de la formule de M. Poincaré et de tirer A et B par les formules

$$(1) \qquad \lambda = 2\pi\sqrt{LA}, \qquad \lambda_1 = 2\pi\sqrt{LB}.$$

» Les capacités que j'ai employées étant beaucoup plus petites que celles dont M. Blondlot a fait usage, j'ai jugé utile de faire une expérience de vérification en calculant L, mesurant C et calculant λ; j'ai trouvé ainsi pour un résonateur $\frac{1}{4}\lambda = 290^{cm}$; en mesurant ensuite directement la longueur d'onde, j'ai obtenu

$$\frac{1}{4}\lambda = 280^{cm}.$$

Ces nombres ne différant que de 3 pour 100, j'ai conclu que la formule s'appliquait bien.

» Les expériences que j'ai faites m'ont donné les résultats suivants pour des lames de verre de Saint-Gobain :

Échantillon A.

γ période de charge.	K.	$\sqrt{K}$.
72,6 10^{-10}sec.	2,71	1,64
102	3,23	1,79
131,3	3,33	1,80
153,3	3,90	1,97
173,3	4,03	2,01
177,3	3,66	1,90
224	4,15	2,03
239	4,30	2,07
288,7	4,47	2,11
303,1	4,89	2,21
334,7	4,82	2,20
337,3	4,70	2,17
354	5,32	2,29
424,7	4,74	2,18
436,7	5,22	2,28
454,3	5,22	2,28
517,3	6,78	2,60
589,3	5,92	2,43
717,3	6,07	2,46
880	6,34	2,52

Échantillon B.

γ période de charge.	K.	$\sqrt{K}$.
170,7 10^{-10}sec.	3,82	1,95
206,7	3,94	1,98
227,3	4,17	2,04
242,7	4,23	2,06
316	4,63	2,15
453,7	5,727	2,39

» J'aurai l'honneur, dans une prochaine Communication, d'exposer le résultat de la comparaison avec quelques autres trouvés par d'autres méthodes. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la composition de l'eau et la loi des volumes de Gay-Lussac.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann [1].

« Mes recherches sur la densité des gaz m'ont conduit à fixer à 23,24 pour 100 la proportion de l'oxygène dans l'air atmosphérique; ce résultat a été confirmé par des expériences directes.

» Une deuxième conclusion non moins importante ressort de mon travail : le poids atomique de l'oxygène (15, 96), admis jusque dans ces dernières années, et que l'on trouve dans tous les Traités, est notablement trop fort. Le rapport de la densité de l'oxygène à celle de l'hydrogène est, en effet, 15,90 et il paraît inadmissible, étant donné la compressibilité de ces deux gaz, que ce nombre soit inférieur au poids atomique.

» Divers auteurs ont, il est vrai, depuis 1888, repris la détermination du poids atomique de l'oxygène; mais l'accord ne m'a point paru suffisant pour une donnée aussi fondamentale de la Chimie. Voici, en effet, les nombres obtenus par les divers expérimentateurs :

Cooke et Richards.	15,869	Noyes............	15,896
Keiser...........	15,949	Ditmar...........	15,866
Rayleigh..........	15,89	Morley...........	15,879

» Après avoir rejeté, pour la raison que j'ai déjà dite, le nombre de M. Keiser, il nous en reste cinq dont la moyenne est exactement 15,88.

» J'espère montrer, par mes expériences, que tel est bien le poids atomique de l'oxygène, à moins d'un tiers d'unité près sur le dernier chiffre, c'est-à-dire à moins de $\frac{1}{5000}$ de sa valeur [2].

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

(2) Je ferai remarquer qu'il y a entre ces cinq nombres un écart s'élevant à $\frac{1}{500}$, et que, par conséquent, la moyenne ne peut être tout au plus considérée comme probable qu'à $\frac{1}{1000}$ près.

D'autre part, mon attention se porte particulièrement sur les expériences de Lord Rayleigh qui, dans une récente publication, donne, à côté du poids atomique 15,89, le rapport des densités de l'oxygène et de l'hydrogène comme étant égal à 15,882. Il y a contraste, ainsi que je l'ai dit plus haut, entre ces deux nombres.

Je n'entreprendrai pas ici la critique des expériences de ce savant; mais il faut se

» Expériences. — J'ai suivi la méthode de Dumas en modifiant la disposition de l'appareil et la manière d'opérer.

» *Oxygène.* — L'oxyde de cuivre est préparé sous une forme très avantageuse de la manière suivante. Dans un tube ayant environ 25^{cm} de long et 4^{cm} de diamètre, j'introduis 200^{gr} de cuivre électrolytique laminé très mince; bien qu'assez fortement tassée, cette masse est parfaitement perméable aux gaz. Je l'oxyde partiellement dans un courant d'air ou d'oxygène purifié, puis je brise le tube et j'introduis le cuivre oxydé dans un tube de même diamètre, en verre demi-dur, auquel on adapte un robinet de verre à l'une de ses extrémités, tandis que l'autre reçoit un tube abducteur convenablement coudé et effilé. La partie large est enveloppée d'une feuille de platine mince passée au feu et bien propre; puis le tube est placé dans une gouttière en tôle, sur un lit d'amiante, et porté à la température la plus basse à laquelle le cuivre puisse s'oxyder, et j'y fais passer pendant une demi-heure un courant d'oxygène sec. Après avoir fermé la pointe effilée et fait le vide dans ce tube à $0^{mm},1$ près environ, je le lave, l'essuie et le porte dans la balance. La poussée atmosphérique est parfaitement compensée au moyen de flotteurs convenables. L'équilibre n'est relevé qu'au bout de cinq heures au moins.

» La réduction est opérée à la plus basse température possible au moyen d'hydrogène purifié et séché comme je l'ai dit ailleurs, et le courant de gaz est continué pendant le refroidissement. Le tube est ensuite refermé à la lampe et le vide fait comme plus haut, mais sur l'hydrogène. Je débarrasse le tube de son enveloppe de platine et le reporte dans la balance après avoir essuyé ses extrémités, mais non la partie qui a été chauffée.

» Enfin je le lave et l'essuie avec soin pour m'assurer de ce que le verre n'a pas subi d'altération appréciable sous l'action de la chaleur [1].

» Il reste, pour connaître le poids de l'oxygène employé, à déterminer le poids d'hydrogène fixé par le cuivre : je réoxyde donc le cuivre dans un courant d'air sec, et je reçois les quelques centigrammes d'eau formée dans un tube à acide phosphorique anhydre.

» *Eau.* — La majeure partie de l'eau se condense dans une ampoule ayant une capacité de 35^{cc}, dont le col reçoit le tube abducteur muni d'un épaulement conve-

---

défier des poids *trop forts* pour l'hydrogène, et je crains bien que son hydrogène n'ait été généralement souillé par de l'air.

Mes expériences me font douter que l'on puisse laisser le ballon rempli d'hydrogène en communication pendant quatre minutes avec l'atmosphère, par l'intermédiaire d'un tube de 1^m de long et de $0^m,01$ de diamètre, sans qu'il se produise une diffusion appréciable. D'ailleurs la température ne me paraît pas mesurée avec assez de certitude. Il est regrettable que Lord Rayleigh n'ait point donné les densités par rapport à l'air; la discussion de ses résultats eût été plus facile.

Je rappellerai que la plus petite densité que j'aie trouvée pour l'oxygène est 1,10501 et la plus grande pour l'hydrogène 0,06949, nombres dont le quotient est 15,901.

(1) J'ai essayé sans succès de chauffer le tube dans une gouttière garnie de magnésie. Le tube lavé après l'opération a été trouvé tantôt plus léger, tantôt plus lourd qu'avant d'être chauffé. L'enveloppe de platine m'a donné au contraire d'excellents résultats.

nable; le reste est condensé dans deux tubes en U, soudés entre eux et à l'ampoule, et munis de robinets de verre spéciaux, et dont le deuxième est chargé d'acide phosphorique anhydre. Ces deux tubes sont plongés dans un mélange de glace et de sel. Suit un tube témoin. Cet appareil est toujours pesé plein d'hydrogène, sauf l'ampoule, qui communique avec l'atmosphère par un canal étroit.

» Les corrections à faire sont les suivantes :

» 1° Poussée atmosphérique sur l'eau liquide;

» 2° Poussée atmosphérique sur la vapeur d'eau contenue dans l'ampoule avant et après l'opération;

» 3° Perte de l'eau par évaporation, à raison de $0^{mgr},6$ à $0^{mgr},8$ par vingt-quatre heures (déterminée directement);

» 4° Eau entraînée par l'hydrogène qui s'échappe de l'ampoule;

» 5° Différence des poids d'hydrogène contenu dans les tubes avant et après l'expérience.

» La première correction est facile à calculer; la somme algébrique des autres n'atteint pas 1^{mgr}.

» Je donnerai, comme exemple, une expérience que je crois excellente :

		gr
	Diminution de poids du tube à cuivre	19,6797
	Hydrogène fixé	0,0047
	Poids de l'oxygène	19,6844
	Poids apparent de l'eau recueillie	22,1364
	Poussée atmosphérique sur l'eau liquide	0,0264
	Somme des corrections diverses	0,0004
	Poids de l'eau formée	22,1632
	Poids de l'hydrogène, par différence	2,4788
d'où		
	Poids atomique de l'oxygène	15,882

» Dans une autre expérience, que j'ai pu mener à bien, j'ai formé $19^{gr},7403$ d'eau au moyen de 17,5323 d'oxygène. On en déduit, pour le poids atomique, 15,880.

» Une expérience préliminaire, faite sur $5^{gr},6064$ d'eau, m'avait donné 15,860; mais la quantité d'eau obtenue était évidemment trop faible.

» Le poids atomique de l'oxygène est donc 15,88, tandis que sa densité par rapport à l'hydrogène est 15,90. J'espère soumettre ces deux nombres à un dernier contrôle au moyen d'expériences en cours.

» Ce résultat a une importance réelle au point de vue de la fixation des poids atomiques des corps simples. Les nombres donnés par Stas, par exemple, doivent être multipliés par 0,995. J'aurai l'occasion d'y revenir.

» Je trouve, en outre, dans la comparaison de ces nombres une confirmation très remarquable de la loi des volumes, de Gay-Lussac. Les nombres

admis jusqu'ici ne permettaient pas de déduire la composition en poids des composés gazeux, de leur composition en volumes, ou réciproquement, et cette loi de Gay-Lussac ne pouvait être considérée que comme une *loi approchée*. Il ressort de ce qui précède que c'est une *loi limite*, au même titre que la loi de Mariotte.

» Je compte revenir aussi sur ce point en étudiant le bioxyde d'azote et l'oxyde de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sels azotés du platine* (¹). Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« J'ai décrit antérieurement (*Comptes rendus*, t. CX, p. 757; t. CXII, p. 616; t. CXIII, p. 696) plusieurs sels chloroazotés, bromoazotés et iodoazotés de platine et de potassium, de composition intermédiaire entre le platonitrite de potassium $Pt(AzO^2)^4K^2$ et le sel haloïde saturé PtX^6K^2 ($X = Cl, Br, I$). Depuis lors, j'ai obtenu plusieurs sels nouveaux du même genre, qui, joints aux premiers, constituent des séries régulières de composés analogues. Je vais indiquer brièvement quelles sont ces séries, réservant pour un prochain Mémoire l'étude détaillée et complète des composés qu'elles renferment.

I. — Série chloroazotée.

» *Platomonochloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3ClK^2 + 2H^2O$, obtenu par l'action ménagée de l'acide chlorhydrique sur le platonitrite. Paillettes brillantes jaune pâle, très solubles. Sa solution est très stable.

» *Platodichloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2Cl^2K^2$, obtenu par l'action du chloroplatinite de potassium sur le platonitrite. Aiguilles clinorhombiques jaune d'or, très solubles. C'est le terme le plus important de la série chlorée, à cause de la stabilité de ses solutions, et de sa formation constante dans toutes les réactions qui donnent naissance à des composés chloroazotés.

» *Platidichloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^4Cl^2K^2$, mentionné antérieurement sous le nom de *platichloronitrite*.

» *Platitrichloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3Cl^3K^2$, obtenu par l'action ménagée de l'eau de chlore sur le platomonochloronitrite. Prismes jaunes, très solubles. Sa solution est stable.

» *Platipentachloronitrite de potassium* $Pt(AzO^2)Cl^5K^2 + H^2O$, décrit antérieurement sous le nom de *chloroplatinate nitrosé*, avec la formule $Pt(AzO)Cl^5K^2 + H^2O$. Une étude plus attentive m'a montré que l'azote est dans ce corps au même état que

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

dans les autres composés chloroazotés, et que la formule $Pt(AzO^2)Cl^5K^2 + H^2O$ est mieux en rapport avec les résultats de son analyse.

II. — Série bromoazotée.

» *Platomonobromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3BrK^2 + 2H^2O$, obtenu par l'action ménagée de l'acide bromhydrique sur le platonitrite. Paillettes brillantes jaune pâle, très solubles. Isomorphe du platomonochloronitrite. Sa solution est très stable.

» *Platodibromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2Br^2K^2 + H^2O$, mentionné antérieurement sous le nom de *platobromonitrite*.

» *Platidibromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^4Br^2K^2$, mentionné antérieurement sous le nom de *platibromonitrite*.

» *Platitribromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^3Br^3K^2$, mentionné antérieurement sous le nom de *platibromonitrosonitrite*, avec la formule $Pt(AzO)(AzO^2)^2Br^3K^2$, dont j'ai, depuis lors, reconnu l'inexactitude.

» *Platitétrabromonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2Br^4K^2$, obtenu par l'action ménagée du brome sur le platonitrite. Prismes rouges, solubles dans l'eau, avec décomposition partielle en bromoplatinate, platodibromonitrite et vapeurs nitreuses.

III. — Série iodoazotée.

» *Platodiiodonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2I^2K^2 + 2H^2O$, décrit par Nilson (*Journal für prakt. Chemie*, 2e série, t. XXI, p. 172), sous le nom de *platoiodonitrite*.

» *Platitétraiodonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)^2I^4K^2$, déjà signalé sous ce nom.

» *Platipentaiodonitrite de potassium* $Pt(AzO^2)I^5K^2$, mentionné antérieurement sous le nom d'*iodoplatinate nitrosé*, avec la formule $Pt(AzO)I^2K^2$, dont j'ai, depuis lors, reconnu l'inexactitude.

» Ces séries présentent encore quelques lacunes. Mais si l'on se préoccupe seulement des types de composés qu'elles renferment, on a les séries générales suivantes, dans lesquelles X représente l'atome d'un élément halogène quelconque :

$Pt(AzO^2)^4K^2$,	
$Pt(AzO^2)^3XK^2$,	
$Pt(AzO^2)^2X^2K^2$,	$Pt(AzO^2)^4X^2K^2$,
»	$Pt(AzO^2)^3X^3K^2$,
PtX^4K^2,	$Pt(AzO^2)^2X^4K^2$,
	$Pt(AzO^2)X^5K^2$,
	PtX^6K^2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les pyrogallols sodés.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. Les dérivés alcalins du pyrogallol sont tellement oxydables à l'air, qu'il est très difficile de les obtenir à peu près purs. En employant les deux méthodes générales auxquelles j'ai recours habituellement, j'ai pu cependant préparer des corps assez peu altérés pour fournir des données thermiques acceptables.

» *Première méthode.* — On dissout, dans une atmosphère d'hydrogène, une quantité pesée du sodium dans une solution éthylique du poids correspondant du pyrogallol. On enlève l'alcool par la chaleur à 150°.

» *Seconde méthode.* — On fait réagir les deux solutions aqueuses et l'on chauffe pour déshydrater, toujours dans le courant d'hydrogène pur et sec, à 150°.

» La première méthode donne des pyrogallols mono, di et trisodés presque incolores à l'abri de l'air, mais ils retiennent toujours une certaine quantité d'alcool. La seconde fournit, pour les deux premières réactions, des corps très colorés, même dans l'hydrogène, d'aspect résineux et retenant des proportions variables d'eau, mais elle permet de préparer presque pur et incolore le pyrogallol trisodé. J'ai étudié thermiquement ce dernier composé, ainsi que les trois produits obtenus par la première méthode. Voici leur composition :

Pyrogallols sodés éthyliques...	$C^{12}H^5Na\,O^6 + 0,33\,C^4H^6O^2$
	$C^{12}H^4Na^2O^6 + 0,46\,C^4H^6O^2$
	$C^{12}H^3Na^3O^6 + C^4H^6O^2$
Pyrogallol trisodé...........	$C^{12}H^3Na^3O^6$ environ

» Les formules des trois échantillons de ce dernier corps que j'ai préparés (seconde méthode) étaient :

$$C^{12}H^{3,22}Na^{2,78}O^6,$$
$$C^{12}H^3\,Na^3\,O^6 + \tfrac{1}{9}NaHO^2,$$
$$C^{12}H^3\,Na^3\,O^6 + \tfrac{1}{10}NaHO^2,$$

» Dans le premier cas, sur 3Na, il manquait $\frac{Na}{4,5}$; dans les deux derniers, il y avait en trop $\frac{1}{9}$ et $\frac{1}{10}$Na. De pareilles différences, en plus ou en moins, sont inévitables lorsqu'on est obligé d'ajouter, à du pyrogallol pesé dans un ballon plein d'hydrogène, un volume déterminé d'une solution

titrée et concentrée de soude; elles tiennent à l'incertitude de la mesure de ce volume. Mais, lorsqu'elles sont aussi faibles, on peut facilement en tenir compte, surtout dans les deux derniers cas.

» II. J'ai d'abord fait l'étude thermique des trois produits à excès d'alcool (première méthode), en supposant provisoirement l'alcool non combiné. Pour éviter l'oxydation pendant la dissolution dans l'eau en présence de l'air, j'ai dissous ces corps dans une quantité d'acide sulfurique équivalente, et de dilution telle que l'état final fût identique à celui que donnerait la dissolution dans 4^{lit}, 6^{lit} ou 8^{lit} d'eau, puis l'addition à ces liqueurs de 2^{lit}, 4^{lit} ou 6^{lit} d'acide sulfurique ($1^{éq} = 2^{lit}$). On en déduit les chaleurs de dissolution dans l'eau, connaissant les chaleurs de neutralisation de la soude par l'acide sulfurique et par le pyrogallol (1).

» Tout calcul fait, on trouve, pour les chaleurs de dissolution, à $+20°$ ou $+22°$:

P. monosodé	(4^{lit}).........	$+3^{Cal},05$	pour 148^{gr}
P. disodé	(6^{lit}).........	$+11^{Cal},22$	pour 170^{gr}
P. trisodé	(8^{lit}).........	$+18^{Cal},42$	pour 192^{gr}

» D'où l'on déduit :

	Cal
$C^{12}H^6O^6$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^5NaO^6$ sol.	+ 42,76
$C^{12}H^5NaO^6$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^4Na^2O^6$ sol.	+ 41,08
$C^{12}H^4Na^2O^6$ sol. + Na sol. = H gaz. + $C^{12}H^3Na^3O^6$ sol.	+ 36,57
$C^{12}H^6O^6$ sol. + Na^3 sol. = H^3 gaz. + $C^{12}H^3Na^3O^6$ sol.	+ 120,41 = 40,14 × 3 (2)

» On voit déjà que les valeurs apparentes des trois fonctions successives du pyrogallol décroissent de la première à la troisième. La valeur moyenne apparente + 40,14 serait plus élevée que celle du phénol ordinaire + 39,1.

» III. Mais ces nombres sont certainement trop élevés, car il est impossible de supposer, comme on l'a fait jusqu'ici, que l'alcool n'est pas combiné. L'étude des produits obtenus par la seconde méthode va nous permettre de tenir compte de ce fait.

---

(1) En raison de la différence des températures et des concentrations, j'ai dû déterminer à nouveau les chaleurs de neutralisation de la soude par le pyrogallol, déjà mesurées par MM. Berthelot et Werner : + 6,397, + 6,386 et + 1,021, à + 11°, pour le pyrogallol dissous dans 12^{lit} et la soude dans 2^{lit}. J'ai trouvé, entre + 20° et + 22°, + 6,20, + 6,19 et + 0,69 pour le pyrogallol dissous dans 2^{lit} et la soude dans 2^{lit}. Ce sont ces nombres, peu différents des précédents, mais cependant un peu plus faibles, que j'ai employés dans les calculs.

(2) A partir de $n\,NaHO^2$ et avec formation de $n\,H^2O^2$ au lieu de $n\,H$, il faudrait retrancher, de chacun de ces nombres, $n \times 31,87$.

» On trouve, en effet, pour la chaleur de dissolution du pyrogallol trisodé exempt d'alcool, $C^{12}H^3Na^3O^6$, le nombre $+ 22^{cal},74$, ce qui nous donne :

$$C^{12}H^6O^6 \text{ sol.} + Na^3 \text{ sol.} = H^3 \text{ gaz.} + C^{12}H^3Na^3O^6 \text{ sol.} \quad + 116^{Cal},09$$

» Soit $+ 38^{Cal},70 \times 3$, au lieu de $+ 120,41$, soit $+ 40,14 \times 3$.

» La différence $+ 22,74 - 18,42$, ou bien $+ 120,41 - 116,09$, soit $+ 4^{Cal},32$, représente la chaleur de combinaison de l'alcool et du pyrogallol trisodé ; c'est le même nombre que pour beaucoup de composés analogues.

» Bien que la seconde méthode ne fournisse pas les dérivés mono et disodés purs, on peut admettre, sans erreur sensible, que l'alcool y est combiné de la même manière dans les produits à 0,33 et à 0,46 $C^4H^6O^2$, obtenus par le premier procédé. Il faut donc diminuer proportionnellement les deux premiers nombres, $+ 42,76$ et $+ 41,08$, qui deviennent $+ 41,34$ et $+ 39,09$. D'ailleurs

$$+ 41,34 + 39,09 + x = + 116,09,$$

x étant la troisième valeur. On a donc, pour les trois fonctions :

$$+ 41,34, \quad + 39,09 \quad \text{et} \quad + 35,66.$$

» La valeur totale $+ 116,09$ est mesurée avec précision, et chacun des trois nombres à moins de $0^{Cal},5$ près.

» IV. On voit immédiatement que ces valeurs diminuent régulièrement; les deux différences sont $+ 2,25$ et $+ 3,43$. La valeur intermédiaire $+ 39,09$ est exactement celle du phénol ordinaire $+ 39,10$. La valeur moyenne des deux autres $+ 38^{Cal},5$ est un peu plus faible ; elle est presque égale à la valeur moyenne de la résorcine $+ 38^{Cal},6$.

» La valeur moyenne des trois fonctions, $+ 38,70$, est un peu plus faible que celle de la pyrocatéchine $+ 39,02$ et du phénol ordinaire $+ 39,10$, mais elle dépasse un peu celle de la résorcine $+ 38,60$, et beaucoup celle de l'hydroquinone $+ 37,36$.

» Bien que tous ces nombres, sauf le dernier (hydroquinone $+ 37,36$), ne soient pas très différents, il y a, dans ces rapprochements, et aussi dans la manière dont les trois valeurs apparentes diminuent, des arguments nouveaux qui permettent de discuter la question un peu obscure des isoméries des phénols triatomiques, ainsi que je le montrerai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétono-résorcine*. Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré antérieurement que les phénols polyatomiques s'unissent avec les aldéhydes, pour former des combinaisons analogues aux acétates de la série grasse ([1]). L'acétone, quoique aldéhyde secondaire, possède, à quelques exceptions près, les réactions des aldéhydes primaires; dès lors il était probable qu'elle se combinerait aussi avec les mêmes phénols, pour donner des composés se rapprochant par leur constitution des acétates aromatiques. Cette considération nous a engagé à étudier l'action de l'acétone sur la résorcine.

» On dissout 50^{gr} de résorcine dans 100^{gr} d'acétone pure, on ajoute 50^{gr} d'acide chlorhydrique fumant; après quelques minutes de contact, le mélange s'échauffe et il se sépare un liquide oléagineux, de couleur ambrée.

» Lorsque la réaction est terminée, on sépare le corps huileux formé; on le dissout dans l'alcool, et à la solution chauffée au bain-marie on ajoute de l'eau par petites portions : la combinaison acétono-résorcinique se dépose sous la forme d'un liquide qui se prend, au bout de quelques jours, en une masse solide d'un blanc jaunâtre.

» Ce traitement, qui a pour but la purification du composé, ne donne qu'une substance résineuse et très friable; pour l'obtenir cristallisé, il suffit de redissoudre la résine dans l'alcool concentré, et de verser la solution alcoolique dans une grande quantité d'eau chaude. Le liquide laiteux qui en résulte abandonne des cristaux qu'on lave à l'eau distillée et que l'on sèche à l'air libre.

» La combinaison acétono-résorcinique est en petits cristaux prismatiques anhydres, fusibles à 212°-213°. Elle est insoluble dans l'eau, la benzine, le chloroforme et l'éther sec; soluble dans les alcalis caustiques et carbonatés.

» *Composition*. — Desséchée à 30° et au-dessus de l'acide sulfurique, elle a donné à l'analyse des nombres qui s'accordent parfaitement avec la formule $C^{15}H^{16}O^4$.

» *Action de la chaleur*. — Soumise à la distillation, l'acétono-résorcine donne

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. I, p. 4, 88, 146, 738; 1887.

d'abord de l'acétone, puis il passe des vapeurs qui se condensent dans le col de la cornue, et il reste un résidu charbonneux. Le produit de condensation est formé de résorcine mélangée avec une petite quantité de combinaison inaltérée et entraînée mécaniquement.

» *Action de la poudre de zinc.* — On mélange les cristaux avec la poudre de zinc, et l'on distille dans un courant d'hydrogène ; comme précédemment, on recueille de l'acétone et de la résorcine.

» *Hydrate.* — L'acétono-résorcine forme avec l'eau un hydrate en cristaux microscopiques. Il s'obtient facilement en partant de la résine récemment préparée. On la dissout dans l'alcool, et si la solution est colorée, on ajoute de l'acide acétique et quelques grains d'amalgame de sodium; en précipitant par l'eau, il se sépare des flocons blancs qui s'agglomèrent après quelques jours en cristaux microscopiques.

» Desséché à 80°, l'hydrate prend une coloration rouge, abandonne l'eau de cristallisation et laisse une substance identique à la précédente.

» L'analyse fournit des nombres qui s'accordent avec la formule $C^{15}H^{16}O^{4}.H^{2}O$.

» *Combinaison éthérée.* — La substance desséchée à 40° est versée dans l'éther anhydre, il se dépose des cristaux rouges qui abandonnent l'éther au contact de l'air, et reproduisent le composé primitif.

» *Éthers. Éther diacétique* $C^{15}H^{14}O^{4}(C^{2}H^{3}O)^{2}$. — On chauffe à 130° en ballon scellé, pendant quelques heures, 1 partie de cristaux et 4 parties d'anhydride acétique. On distille ensuite environ la moitié du liquide et le résidu abandonne de petits cristaux blancs, que l'on purifie par cristallisation dans l'éther sec : l'éther diacétique est en petits prismes blancs fusibles à 126°, insolubles dans les alcalis caustiques et carbonatés à froid; à chaud la dissolution est complète, mais accompagnée d'une saponification.

» L'analyse fournit des nombres qui répondent à la formule $C^{19}H^{20}O^{6}$.

» *Éther dibenzoïque* $C^{15}H^{14}O^{4}(C^{7}H^{5}O)^{2}$. — Il s'obtient comme le précédent, en remplaçant l'anhydride acétique par le chlorure de benzoïle. L'éther dibenzoïque est en petits cristaux blancs fusibles à 115°.

» L'analyse donne des chiffres qui s'accordent avec la formule $C^{29}H^{24}O^{6}$.

» *Éther diphosphorique.* — On dissout 4gr de cristaux dans 15gr d'oxychlorure de phosphore; la solution est rapidement distillée, il se dégage de l'acide chlorhydrique et il reste une masse brune que l'on épuise par l'eau bouillante; on la sèche, et on la dissout dans l'alcool. La solution alcoolique, précipitée par l'eau, abandonne des flocons d'un blanc jaunâtre. Séchés, ils se présentent sous la forme d'une poudre cristalline qui se dissout dans la potasse et la soude caustique ; la solution neutralisée par l'acide acétique abandonne un précipité gélatineux; la combinaison calcique est très soluble et brunit par dessiccation.

» Le dosage du phosphore à l'état d'acide phosphorique a donné pour cet élément 12,50 pour 100 et la théorie indique pour la formule $C^{15}H^{14}O^{4}(PhO^{3}H^{2})^{2}$ 14 p. 100.

» Des recherches précédentes et des nombreuses analyses que nous avons faites des dérivés obtenus, il ressort que l'acétone s'unit à la résorcine pour former un acétal; cette combinaison, l'acétono-résorcine cristal-

lisée, résulte de l'union de 2 molécules de résorcine avec une molécule d'acétone et perte d'une molécule d'eau, selon l'équation

$$C^3H^6O + 2C^6H^6O^2 = C^{15}H^{16}O^4 + H^2O.$$

» Elle ne contient que deux fonctions phénoliques libres, ainsi que le montrent les éthers diacétique et dibenzoïque; sa constitution est donc analogue à celle de l'acétal résorcinique, et peut être représentée par la formule suivante :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C <\!\! \begin{matrix} O - C^6H^4 - OH \\ O - C^6H^4 - OH \end{matrix}.$$

» La réaction de l'acétone sur les phénols est générale; en outre la résorcine, la pyrocatéchine et le pyrogallol s'y unissent très facilement, mais l'hydroquinone ne nous a fourni aucune combinaison. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Utilisation de la pyrite grillée, pour la fabrication des sels de fer.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« La pyrite de fer est employée en quantité considérable dans la grande industrie chimique. Elle sert surtout à produire l'acide sulfureux pour la fabrication de l'acide sulfurique. Pour cela, on la grille dans des fours spéciaux; le soufre passe à l'état d'acide sulfureux, qui est envoyé dans les chambres de plomb, et le résidu est du peroxyde de fer presque pur.

» Pendant longtemps, la cendre de pyrite a été un résidu encombrant et sans valeur. Depuis quelques années cependant, on commence à l'employer en métallurgie; on est parvenu, en effet, à traiter dans les hauts fourneaux le résidu du grillage des pyrites les plus pures.

» On pourrait utiliser plus avantageusement une partie de ces résidus pour la production des sels de fer; on les obtiendrait ainsi plus économiquement que par le procédé actuel, qui consiste à faire réagir les acides sur le fer. De cette façon, on n'obtient, en outre, que des sels ferreux dont la transformation en sels ferriques est coûteuse; c'est pourquoi l'industrie utilise peu ces derniers.

» Jusqu'à présent, on n'avait pas employé la cendre de pyrite à cet usage, car, après des essais trop superficiels, on avait considéré ce peroxyde de fer comme inattaquable, ou du moins peu attaquable par les

acides. Il n'en est rien cependant, il se dissout sans difficulté dans les acides sulfurique et chlorhydrique, en donnant du sulfate et du chlorure ferrique, qu'on peut transformer ultérieurement en sels ferreux.

» Si l'on mélange la pyrite grillée, en poudre fine, avec de l'acide sulfurique (de 50° à 66° B., en quantité calculée pour saturer tout le peroxyde de fer, la réaction se déclare déjà à froid; mais, dans ces conditions, elle est lente et toujours incomplète. A chaud, elle se fait beaucoup plus rapidement; elle est terminée en quelques heures et d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

» Il est, dans tous les cas, inutile de dépasser 300°.

» On obtient ainsi, suivant les proportions employées et la température à laquelle on porte le mélange, du sulfate ferrique renfermant un excès d'acide sulfurique, du sulfate ferrique neutre ou normal, et même des sulfates ferriques basiques.

» Un mélange de 45 parties de pyrite grillée et de 100 parties d'acide sulfurique à 60° (proportions théoriques) chauffé à 130°, 180°, 300°, fournit les produits dont nous donnons ci-dessous la composition.

	A 130°.	A 180°.	A 300°.
Eau	20,63 °/₀	8,41 °/₀	0,00 °/₀
Peroxyde de fer insoluble (Fe^2O^3)	11,75	7,38	2,74
Peroxyde de fer soluble (Fe^2O^3)	18,89	29,93	40,29
Acide sulfurique total (SO^4H^2)	55,10	64,38	70,93
Acide sulfurique libre »	20,39	9,39	0,00
Sulfate ferrique normal $(SO^4)^3Fe^2$	47,23	74,82	96,65
Peroxyde de fer en excès sur le sulfate ferrique normal	0,00	0,00	1,63

» On peut ainsi obtenir industriellement du sulfate ferrique presque pur.

» A 300°, on a du sulfate ferrique légèrement basique, et d'autant plus basique qu'on a augmenté dans le mélange la proportion de pyrite grillée.

» Le sulfate ferrique ainsi obtenu est une poudre grisâtre, d'un emballage et d'un transport faciles. Ce sel est anhydre; à cet état, il est peu soluble dans l'eau, mais après l'hydratation, qui se fait lentement à froid, rapidement à chaud, il est extrêmement soluble. Mélangé à un peu d'eau, le sulfate ferrique anhydre fait prise comme le plâtre.

» Le chlorure ferrique peut s'obtenir tout aussi facilement que le sulfate. On le prépare à l'état solide, par l'action du gaz chlorhydrique sur la pyrite grillée. Il suffit de faire arriver ce gaz, tel qu'il sort des fours à sulfate, dans une colonne renfermant de la pyrite grillée; la réaction se déclare à froid; elle se fait avec élévation de température : l'absorption du gaz est totale et le sel obtenu est presque pur.

» Parmi les nombreuses applications auxquelles se prêtent les sels ferriques ainsi produits, on peut prévoir les suivantes :

» Le sulfate ferrique peut servir d'abord à la fabrication du sulfate ferreux cristallisé. Pour cela, il suffirait de le réduire en solution aqueuse par le fer métallique. On obtiendrait ainsi ce sel plus économiquement et plus commodément que par l'action de l'acide sulfurique sur le fer qui est le seul procédé actuellement en usage et dont les inconvénients sont bien connus, notamment le dégagement de gaz hydrogène impur, à odeur extrêmement désagréable, produit dans la réaction.

» Le sulfate ferrique peut remplacer le sulfate ferreux dans la plupart de ses applications : en agriculture, pour l'épuration du gaz d'éclairage, en teinture comme mordant, etc. Comme désinfectant, il pourrait être substitué au sulfate de cuivre, au sulfate d'alumine, au chlorure de zinc, etc. A la calcination, il donne de l'anhydride sulfurique.

» Enfin on trouvera une application extrêmement importante de ces sels pour l'épuration des eaux industrielles et des eaux d'égouts. On sait que les sels ferriques sont doués d'un pouvoir épurant considérable pour les eaux chargées de matières organiques et qu'ils ont été reconnus les plus actifs de tous les agents proposés dans ce but. Si jusqu'ici ils ont été peu employés pour cet usage, c'est que leur prix était trop élevé. Grâce au bas prix auquel ils peuvent être produits par ce procédé, les conditions sont complètement changées et l'on peut trouver dans cette application un débouché considérable pour ces sels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les altérations des eaux ferrugineuses.* Note de M. F. PARMENTIER.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1363), nous avons indiqué un procédé qui nous permet d'avoir, après son transport, une eau identique à ce qu'elle est à la source. Nous nous proposions de donner, dans un Mémoire plus complet, des résultats et des documents plus précis sur nos recherches.

» Dans une Communication plus récente, M. J. Riban (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1483) donne, comme exemples des altérations des eaux minérales ferrugineuses transportées, un certain nombre de résultats qui tendraient à prouver que ces eaux, surtout les eaux françaises, perdent

presque la totalité du fer dissous qu'elles renferment abondamment à leur source. Nous demandons à l'Académie la permission de détacher, des documents nombreux que nous possédons à ce sujet, un certain nombre de données qui diffèrent de celles de M. J. Riban.

» Une première question qui se pose, quand on a affaire à une eau minérale, est celle de son authenticité. Les eaux sur lesquelles a opéré M. J. Riban ont été prises dans une pharmacie.

» Les eaux sur lesquelles ont porté nos recherches (nous avons fait l'analyse complète de plus de cinquante sources nouvelles, et étudié bon nombre de sources exploitées depuis longtemps) ont été puisées en notre présence, ou ont été embouteillées en présence du maire de la localité où se trouvent les sources, puis vérifiées par nous.

» La plupart de ces eaux renferment une forte proportion de fer. Aucune de ces eaux, quel qu'ait été son mode d'embouteillage, n'a perdu, par le transport, la totalité du fer qu'elle renfermait à l'état de dissolution, quoique la quantité restant dissoute puisse varier d'une bouteille à l'autre. Voici quelques exemples :

» 1° Source Saint-Louis n° 1, à Vichy-Saint-Yorre (Allier).

» Eau embouteillée à la façon ordinaire le 11 avril 1881, analysée en mai 1888 :

	Fer dissous. Bouteilles.		
Fer total.	I.	II.	III.
0,038	0,017	0,015	0,014

» 2° Même source Saint-Louis, n° 1.

» Eau embouteillée le 28 octobre 1889, après un assez long séjour dans un bassin de décantation, puis surchargée d'acide carbonique; analysée en novembre 1889 :

	Fer dissous. Bouteilles.	
Fer total.	I.	II.
0,006	0,004	0,003

» 3° Grande source à Pougues-les-Eaux (Nièvre). Eau embouteillée par nous à la façon ordinaire, le 15 mai 1891 :

Fer total.	Fer dissous.
0,157	0,042

» 4° Même eau embouteillée le 24 avril 1891, les bouteilles étant demeurées acci-

dentellement pendant plus d'une journée dans l'atmosphère d'acide carbonique de la source; analysée en mai 1891.

Fer total.	Fer dissous. Bouteilles. I.	II.
0,154	0,120	0,095

» Nous croyons inutile de multiplier les exemples pour les eaux minérales.

» D'ailleurs, au moins deux des analyses, que cite M. J. Riban comme faites sur l'eau de la source, n'ont été faites que sur la portion limpide de cette eau transportée, et elles montrent que ces eaux renferment du fer dissous.

» Pour montrer toute la réserve qu'il faut mettre dans ces questions, nous tenons à citer un autre exemple : celui de l'eau qui sert à l'alimentation de la ville de Saint-Flour (Cantal).

» Nous avons reçu, en avril 1890, une caisse de cette eau pour l'examiner au point de vue de sa valeur comme eau potable. Cette eau, qui avait été embouteillée sans autres précautions que celles des soins de propreté que nous avions réclamés, nous est arrivée dans un état de limpidité parfaite; elle s'est conservée telle, et cependant elle contenait $0^{gr},021$ de fer par litre.

» Les dosages de fer que nous indiquons ont été faits par le procédé classique de H. Sainte-Claire Deville. Nous ne croyons pas que le permanganate de potasse puisse convenir à ces recherches. Nous pensons que, dans les eaux minérales bicarbonatées, le fer existe surtout à l'état de bicarbonate de protoxyde de fer. Le groupement, dit hypothétique des éléments, nous semble pouvoir être fait d'une façon rationnelle, si l'on veut bien s'appuyer sur les belles recherches de M. Berthelot (1).

» Nous n'ignorons pas les tentatives qui ont été faites jusqu'ici pour la conservation des eaux minérales. Des renseignements, pris auprès des spécialistes les plus autorisés, il résulte qu'elles sont restées infructueuses pour des raisons qu'il serait trop long d'énumérer ici.

» Quant à la surcharge en acide carbonique (que nous n'employons pas d'ailleurs), il nous semble qu'elle ne saurait être blâmée, les eaux minérales venant d'un milieu surchargé de ce gaz. »

---

(1) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*. *Annales de Chimie et de Physique*, *Comptes rendus*, etc.

CHIMIE MINÉRALE. — *Reproduction de la néphéline purement potassique.* Note de M. **André Duboin**, présentée par M. L. Troost.

« En continuant mes recherches sur les réactions de la silice ou de l'hydrofluosilicate de potasse sur l'alumine en présence d'un excès de fluorure de potassium fondu [1], j'ai pu, en prolongeant la durée de l'action de la température, obtenir la néphéline purement potassique, que l'on n'avait pu obtenir jusqu'ici.

» Les expériences ont été conduites ainsi qu'il suit : une petite quantité de fluorhydrate de fluorure de potassium était chauffée, d'abord lentement, puis jusqu'à la température du rouge clair, dans un creuset de platine, le fluorure fondu ne formant qu'une couche de 4^{mm} à 5^{mm} de hauteur au fond du creuset. On y projetait alors une petite quantité d'alumine, dont on provoquait la dissolution par de la silice calcinée ou par de l'hydrofluosilicate de potasse, absolument comme dans les expériences où j'ai obtenu la leucite. On maintenait alors la température constante pendant quinze heures. Au bout de ce temps, on refroidissait lentement le creuset.

» Il restait alors une croûte cristalline occupant une hauteur de plusieurs millimètres, en même temps que tout l'excès de fondant s'était volatilisé lorsqu'on opérait avec l'hydrofluosilicate de potasse; avec la silice, il restait une petite quantité du fondant, qu'on enlevait par l'eau, et quelques lavages par décantation donnaient un produit très homogène et très bien cristallisé.

» *Analyse.* — La néphéline purement potassique est attaquable par l'eau régale encore plus facilement que la leucite; j'ai donc pu l'analyser par la même méthode que j'ai exposée dans une Note précédente.

» Les résultats conduisent à la formule $KO, Al^2O^3, 2SiO^2$.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Silice	38,36	37,64	37,975
Alumine	32,57	33,01	32,278
Potasse	28,91	28,80	29,747
	99,84	99,45	100,000

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1361.

» La néphéline purement potassique est très remarquable au point de vue de ses propriétés cristallographiques et optiques. Elle cristallise en prismes orthorhombiques et diffère donc entièrement, sous le rapport de la symétrie cristalline, de la néphéline sodique. Le prisme est à peu près également développé dans ses trois dimensions, son angle est d'environ 97°. Il présente une troncature $g^1(010)$. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1; leur écartement est d'environ 40°. La bissectrice aiguë perpendiculaire à $p(001)$ est négative. La biréfringence maxima

$$n_g - n_p = 0{,}008, \qquad n_g - n_m = 0{,}002 \qquad \text{et} \qquad n_m - n_p = 0{,}006.$$

» Les cristaux possèdent la propriété de se grouper à la façon de l'aragonite, de manière à former des groupes pseudo-hexagonaux. Ces groupes vus à plat présentent l'aspect de rosettes à six pointements de 97° avec des angles rentrants de 157°. Les secteurs ont donc la forme de quadrilatères à deux angles latéraux égaux dont l'angle tourné vers le centre est de 60°, tandis que l'angle opposé est de 97°. Sur chaque secteur le plan des axes est perpendiculaire à la diagonale qui joint les sommets de ces deux angles et l'on peut s'assurer en lumière convergente que le secteur ainsi vu est perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p.

» De tels faits établissent donc dans ce composé une tendance marquée à la symétrie hexagonale, tendance qui jointe au signe de la bissectrice aiguë le rapproche de la néphéline sodique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le passage des substances dissoutes à travers les filtres minéraux et les tubes capillaires.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. F. Guyon (¹).

« Dans une Note précédente (²), j'ai établi les trois faits suivants :

» 1° Lorsqu'on filtre une urine albumineuse à travers la porcelaine, on constate que l'urée passe plus vite que l'albumine.

» 2° Lorsqu'on filtre, dans les mêmes conditions, du sang défibriné, on recueille d'abord des liquides très pauvres en albumine et exempts d'hé-

(¹) Travail du laboratoire de Chimie de M. le professeur Guyon, à l'hôpital Necker.

(²) *Comptes rendus*, 2 novembre 1891.

moglobine, puis plus riches en albumine et pauvres en hémoglobine; enfin, des liquides assez riches en hémoglobine.

» 3° Lorsqu'on filtre une solution contenant de l'urée et de l'acide urique, ces deux substances passent également vite.

» La première expérience montre que, entre deux substances, l'*une de petit* volume moléculaire, l'*autre de grand*, la seconde passe plus lentement.

» La deuxième expérience montre que, entre deux substances de *grands volumes* moléculaires *toutes deux*, celle qui a le volume le plus grand passe plus lentement.

» La troisième que, entre deux substances de *petits volumes toutes deux*, mais de volumes inégaux, il n'y a pas de différence sensible dans leur vitesse de passage, ce qui se comprend en admettant que leurs volumes sont négligeables par rapport aux espaces où ils se meuvent.

» Tous ces faits m'ont paru n'être pas indifférents en Physiologie, car les substances étudiées ici circulant dans l'organisme, les lois qui régissent leurs mouvements dans les espaces capillaires doivent trouver là de nombreuses applications. J'ai exposé quelques considérations dans cet ordre d'idées, dans la Note rappelée plus haut et aussi dans un travail plus développé ([1]).

» Je voulais aussi traiter la question du passage des toxines de nature albumineuse (précipitables par l'alcool) à travers les filtres minéraux. Cette partie du sujet vient d'être l'objet d'une Note de M. Arloing (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1455) qui a montré que ces toxines sont en partie retenues dans le filtre, fait qui vient appuyer mes expériences anciennes dans lesquelles il est établi que les substances albuminoïdes traversent difficilement les filtres minéraux.

» Enfin, la chose qui, *au point de vue de la Chimie générale*, m'a paru la plus importante, était de savoir ce qui arriverait si l'on faisait passer des solutions albumineuses, non plus à travers la terre poreuse, mais simplement au travers d'un tube capillaire très fin.

» Si, en effet, le passage relativement lent de l'albumine à travers les espaces capillaires tient bien à la *grandeur absolue* de sa molécule, on devra noter, lorsqu'une solution albumineuse passe à travers un tube très fin, les faits suivants :

» D'abord, passage d'une solution moins riche en albumine que la so-

([1]) Thèse soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris (25 février 1892).

lution primitive, et enrichissement proportionnel de la solution contenue dans le réservoir ; ensuite, passage de la solution ainsi concentrée, ou peut-être arrêt de l'écoulement si le pourcentage en albumine devenait trop fort. C'est, en effet, ce dernier résultat qu'on observe dans le cas de la filtration du sérum à travers la terre poreuse : il arrive un moment où le sang ne filtre plus.

» Voici les faits que j'ai observés :

» *Première expérience.* — J'ai filtré à travers un tube capillaire de $0^{mm},05$ de diamètre environ (1) une urine contenant par litre : albumine, $5^{gr},30$. Les premières quantités d'urine filtrée contenaient : albumine, $4^{gr},00$. Le liquide restant dans le réservoir contenait : albumine, $5^{gr},7$.

» *Deuxième expérience.* — J'ai filtré à travers un tube de $0^{mm},08$ de diamètre une urine contenant par litre : albumine, $3^{gr},80$. Les premières portions (un quart environ du liquide) ont été trouvées contenir par litre : $3^{gr},00$, et le liquide restant dans le réservoir possédait une proportion plus riche de ce composé : albumine, $4^{gr},00$.

» *Troisième expérience.* — Comme dans un liquide aussi complexe que l'urine, on pourrait invoquer l'action des sels et des autres produits sur l'albumine, j'ai recommencé l'expérience précédente avec une solution aqueuse d'albumine d'œuf purifiée.

» Cette solution contenait par litre : albumine, $5^{gr},90$. La première portion qui a traversé le tube contenait : albumine, $5^{gr},45$. La solution restée dans l'appareil renfermait : albumine, $6^{gr},00$.

» *Quatrième expérience.* — C'est la répétition de la précédente, avec une solution plus concentrée. J'ai trouvé que les dix premiers centimètres cubes contenaient une solution d'albumine à $8^{gr},18$ par litre, tandis que les 10^{cc} suivants contenaient $8^{gr},42$.

» *Cinquième expérience.* — Enfin, j'ai dosé l'urée, l'albumine et les sels dans une urine avant et après *filtration complète*, et j'ai trouvé les mêmes nombres à la seconde décimale. Donc le passage de ces substances à travers le tube capillaire n'avait modifié ni leur nature ni leurs propriétés.

» Lorsque, dans les expériences précédentes, j'ai substitué à la solution d'albumine, d'une part, une solution d'une matière colorante à poids moléculaire élevé, comme le bleu coton ou le rouge Congo (poids moléculaire, 826) ; d'autre part, une solution d'une substance d'un poids moléculaire très faible, comme l'urée ; les différentes parties successivement recueillies étaient, *dans les deux cas*, également concentrées.

» La conclusion de ce travail est que, pour observer les phénomènes

---

(1) On sait que le diamètre d'un tube capillaire, aussi régulier que possible, varie du simple au double d'un point à l'autre du tube (DECHARME, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I, p. 148).

relatés plus haut, il faut que le poids moléculaire soit déjà beaucoup plus élevé que 1000, et sans doute voisin de 10000 ou 15000, nombres entre lesquels paraît être compris le poids moléculaire de l'albumine, d'après les travaux les plus récents.

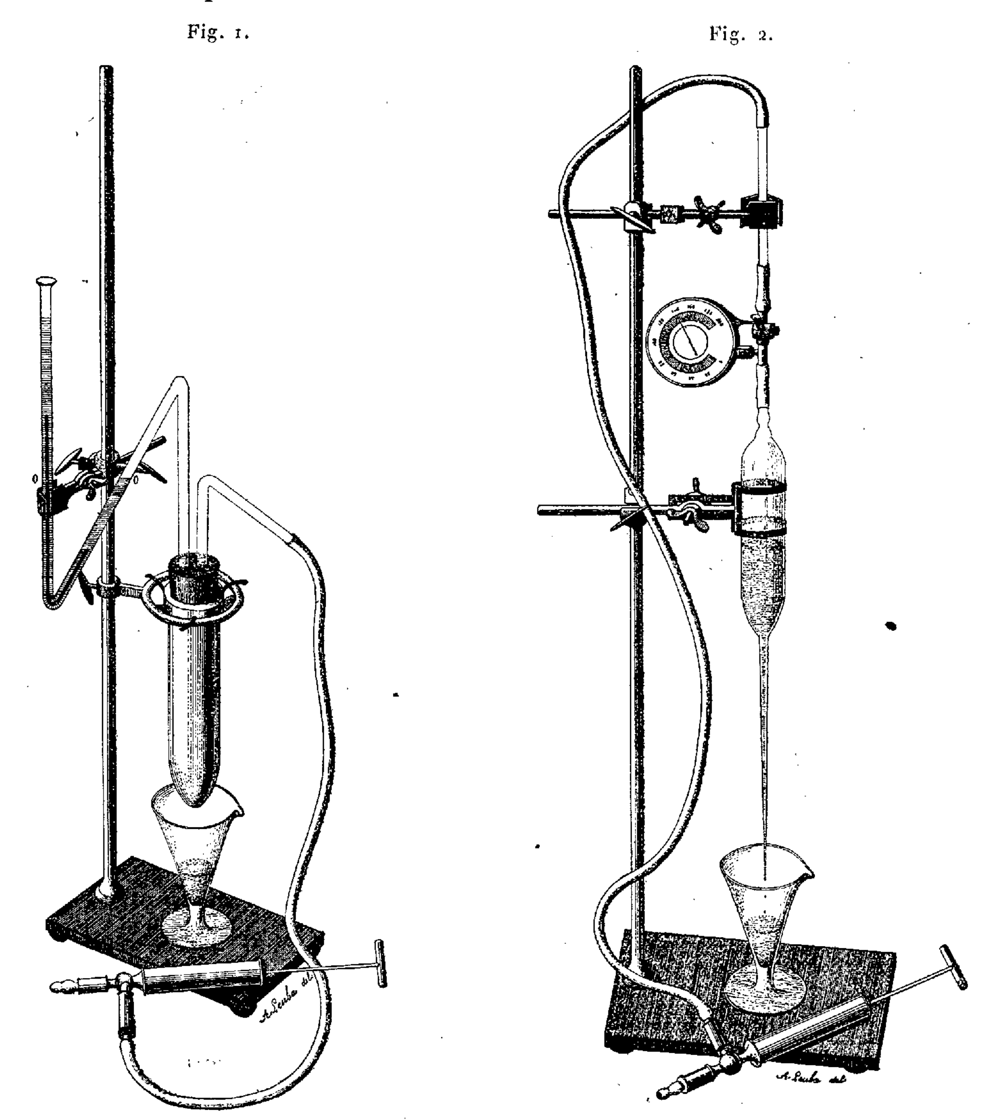


Fig. 1. Fig. 2.

» Les appareils qui m'ont servi, et dont je ne puis donner ici la description, sont représentés *fig.* 1 (appareil à filtre, en terre), et *fig.* 2 (appareil à tube capillaire). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'hémocyanine*. Note de M. **Léon Fredericq**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le sérum du sang de Poulpe contient en grande quantité (8 à 9 pour 100) une *protéide* cuprifère, l'*hémocyanine*, capable de former avec l'oxygène une combinaison instable, l'*oxyhémocyanine*. Le rôle physiologique que l'hémocyanine joue chez le Poulpe est analogue à celui que l'hémoglobine remplit dans notre organisme; sa constitution chimique est calquée sur celle de l'hémoglobine. C'est la seule matière albuminoïde que renferme le *sang de Poulpe* : on peut donc la préparer en soumettant le sang de Poulpe à la dialyse. On peut également l'obtenir en précipitant ce sang par $MgSO^4$.

» Tous ces faits, dont je maintiens l'exactitude, ont été vérifiés par Krukenberg, Halliburton, Griffiths et d'autres. Tous ont été contestés récemment par M. F. Heim (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 771; 28 mars 1892).

» Au lieu d'expérimenter chez le Poulpe, où l'hémocyanine existe en grande quantité et est facile à préparer, M. Heim a fait ses essais chez l'Écrevisse, le Homard, le Crabe, où les conditions sont toutes différentes, comme nous le savons par les travaux de Krukenberg et de Halliburton, et comme j'ai pu le vérifier moi-même. Chez l'Écrevisse notamment, l'hémocyanine est absente ou n'existe qu'en petite quantité; chez les autres Crustacés, la matière cuprifère est pour ainsi dire noyée dans une masse considérable d'autres substances albuminoïdes. Rien d'étonnant à ce que M. Heim ne trouve pas de cuivre dans le sang de l'Écrevisse et dans celui de quelques autres Crustacés, et que ce sang n'absorbe pas plus d'oxygène que l'eau de mer. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le déterminisme physiologique de la métamorphose chez le ver à soie*. Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des recherches sur la métamorphose des Amphibiens anoures, publiées l'an dernier [1], m'ont conduit à admettre, pour la transformation

(1) E. Bataillon, *Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamor-*

larvaire chez ces animaux, un véritable déterminisme physiologique dont les principaux termes s'ordonnent de la façon suivante : troubles respiratoires liés à des conditions anatomiques qui relèvent de l'évolution normale et entraînent un état asphyxique, troubles circulatoires consécutifs, histolyse, diapédèse et phagocytose. Cette sorte de mécanisme présidant à l'évolution devait s'étayer, non seulement sur l'expérimentation dans un groupe particulier, mais aussi et surtout sur des faits du même genre observés chez d'autres types. J'ai donc cherché chez les Insectes et choisi comme objet d'étude un Lépidoptère qui se prête tout spécialement à l'observation et à l'expérimentation, le Bombyx du mûrier, dont l'éducation est exploitée au point de vue industriel.

» Mes premières constatations ont porté sur la circulation. J'ai récemment précisé et contrôlé des observations faites l'an dernier et qui peuvent se résumer brièvement.

» La circulation, pendant que le ver file son cocon, présente normalement des troubles qui s'accentuent à partir du deuxième jour du filage et consistent dans des inversions périodiques rappelant ce qui s'observe chez les Tuniciers. J'appellerai *circulation directe* la circulation normale d'arrière en avant; *circulation inverse*, la circulation d'avant en arrière. Le premier jour du filage, la *circulation inverse* se présente pendant des périodes d'une dizaine de minutes, coupant la *circulation directe* toutes les demi-heures environ. Puis, la *circulation inverse* devient graduellement plus importante : on passe par un stade d'égalité, et, à la veille de la chrysalidation, on comptera jusqu'à quarante minutes de *circulation inverse* pour cinq minutes de *circulation directe*. A partir de ce moment, l'extrémité postérieure du ver, jusqu'ici intacte, commence à se flétrir. La *circulation directe* remonte rapidement jusqu'à dépasser en importance la *circulation inverse* (¹). Pendant une période qui comprend les trois ou quatre heures précédant la chrysalidation et qui s'étend aux quelques heures suivantes, les mouvements du vaisseau dorsal présentent une allure nouvelle. Ce vaisseau entre en contraction par sa partie moyenne, et l'onde san-

---

phose des Amphibiens anoures (*Annales de l'Université de Lyon*, t. II, 1er fascicule, 1891).

(¹) Cette dernière est toujours beaucoup plus lente. Le nombre des mouvements varie aux divers stades de 20 à 9 par minute, tandis que, pour la circulation directe, il oscille entre 50 et 25.

guine progresse à la fois dans les deux sens. Cette *circulation indifférente* est interrompue par de courtes périodes de circulation normale.

» L'épaississement du tégument chrysalidaire empêche de pousser plus loin les observations : j'ajoute seulement qu'à la fin de la nymphose, lorsqu'on peut détacher le tégument dorsal, on constate la circulation normale des Arthropodes.

» En résumé : apparition à intervalles variables et prédominance graduelle d'une *circulation inverse*, relèvement de la circulation normale quand le train postérieur du ver se flétrit, troubles considérables et *circulation indifférente* pendant la chrysalidation : tels sont les points que j'indique aujourd'hui, les seuls du reste que je veuille considérer. Mon intention n'est pas, en effet, d'élucider le mécanisme complexe de l'évolution morphologique des Insectes. J'ai cherché uniquement s'il ne serait pas possible de fournir sur le déterminisme de l'histolyse (phénomène fondamental dans toutes ces transformations) des données concordantes dans des groupes différents.

» Chez les Amphibiens, j'ai pu rapporter cette histolyse à des troubles nutritifs. Les troubles circulatoires que je viens d'indiquer chez le Ver à soie m'ont conduit à des recherches sur la respiration. Dans une Note communiquée à la Société de Biologie le 25 juillet 1885 [1], P. Bert, examinant l'évolution de la fonction respiratoire chez le Bombyx du mûrier, donnait sur cette période de métamorphose des faits importants.

» Le savant physiologiste indiquait une baisse dans la quantité de CO^2 éliminée à partir du filage, la courbe se relevant pendant la vie chrysalidaire; il notait, en même temps, une baisse dans le rapport $\frac{CO^2}{O}$, toujours plus petit que 1 durant la transformation, et atteignant un minimum vers le dixième jour. J'ai repris soigneusement l'étude de ces changements pour l'élimination de l'acide carbonique; et, m'en tenant aux résultats de P. Bert pour le rapport $\frac{CO^2}{O}$, j'ai voulu les compléter par les dosages de l'acide carbonique total contenu chez les Vers à cette période.

» J'ai constaté nettement la baisse dans l'élimination, en même temps qu'un accroissement progressif de la teneur en acide carbonique, *pour un*

---

(1) P. Bert, *Observations sur la respiration du Bombyx du mûrier à ses différents états.*

poids donné de larves, jusqu'au moment de la chrysalidation. A partir de cette phase, on note une diminution rapide.

» Cet ensemble de faits, auquel s'ajoutera prochainement une étude de la fonction glycogénique, méritait un rapprochement avec le déterminisme physiologique que j'ai donné pour la métamorphose des Anoures. Des troubles respiratoires et circulatoires de même ordre m'amènent à étendre aux Insectes une interprétation que l'on a qualifiée de *théorie de la métamorphose par l'asphyxie*. A quels changements peut être lié l'état asphyxique dans ce cas particulier? L'observation et l'expérience me permettront peut-être une réponse satisfaisante dans un travail plus étendu ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau* Temnocephala, *parasite de l'*Astacoides madagascariensis. Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« Grâce aux patientes recherches d'un naturaliste établi à Madagascar depuis plusieurs années, M. Fr. Sikora, l'importance de la faune des Invertébrés de cette île augmente tous les jours par suite de la découverte de nouvelles espèces. Parmi les plus curieuses que nous avons reçues depuis 1890, il en est une, parasite sur l'*Astacoides madagascariensis,* qui a plus particulièrement attiré notre attention.

» Cet animal, en forme de raquette, offre des digitations sur toute l'étendue de son bord antérieur arrondi, tandis que son extrémité postérieure est terminée par une ventouse; il fait partie du genre *Temnocephala,* que M. Blanchard a créé en 1850 pour des spécimens trouvés au Chili par Gay, sur la carapace d'une sorte d'écrevisse, aux environs de Santiago. Tandis que cette dernière espèce, nommée *T. chilensis,* ainsi que toutes celles qui ont été décrites jusqu'à ce jour, ne présentent que quatre ou cinq digitations céphaliques, chez celle de Madagascar, que nous désignerons sous le nom de *T. madagascariensis,* on en observe douze.

» L'aspect général de ces Vers les avait fait placer jusqu'en 1872 dans l'ordre des Hirudinées (famille des Branchiobdelles); mais une étude un

---

([1]) Laboratoires de Zoologie et de Physiologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

peu plus complète, faite à cette époque par M. Semper, amena ce naturaliste à mettre cet animal dans l'ordre des Trématodes.

» Malgré les recherches dont ces êtres ont été l'objet depuis leur découverte, il n'a pas été établi de diagnose générique, et c'est pour combler cette lacune que nous allons donner ici cette diagnose, qui servira également de résumé aux recherches que nous venons de terminer sur l'espèce de Madagascar.

Genre TEMNOCEPHALA.

» Corps ovoïde, en forme de raquette, comprimé de bas en haut; postérieurement, une grande ventouse terminale; en avant, un certain nombre de digitations insérées sur les bords d'une sorte de prolongement céphalique, en arrière et à la face inférieure duquel se trouve l'orifice buccal. Orifice génital unique, placé sur la ligne médiane du corps, au milieu de l'intervalle qui sépare la bouche de la ventouse.

» A la face dorsale, deux points oculiformes, assez visibles par transparence, placés à peu de distance en arrière des digitations céphaliques.

» Tube digestif constitué par un volumineux pharynx musculaire auquel fait suite un intestin très large, comprimé et terminé en cœcum.

» Appareil excréteur muni de deux vésicules contractiles, placées tout à fait latéralement à la hauteur du pharynx.

» Organes génitaux constitués par une paire de glandes testiculaires multilobées; un ovaire (germigène) avec glandes vitellogènes nombreuses entourant le cœcum intestinal; organe copulateur protractile.

» Chaque œuf est entouré d'une enveloppe cornée chitineuse résistante.

» *Temnocephala Madagascariensis* A. Vays. — Temnocephala possédant douze digitations fusiformes et assez courtes, garnissant les bords du prolongement céphalique.

» Coloration ?

» Longueur environ 6^{mm} sur près de 3^{mm} de largeur et 1^{mm} d'épaisseur.

» Œufs ovoïdes allongés, avec enveloppe cornée chitineuse d'une teinte ombrée foncée; ces œufs, disposés sur le corps de l'écrevisse, isolément ou en groupes de deux à dix, sont, chacun, retenus par un fort mais court pédoncule.

» Habitat : l'île de Madagascar; vit en parasite sur le corps de l'*Astacoides madagascariensis*.

» Ces Trématodes ayant séjourné *plusieurs mois* dans l'alcool, nous ne pouvons rien dire sur leur véritable coloration. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Vers de terre et tuberculose.* Note de MM. **Lortet** et **Despeignes**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une de nos précédentes Communications, nous avons démontré que les vers de terre peuvent conserver, pendant plusieurs mois, dans différentes régions de leur organisme, les bacilles de la tuberculose, et ramener ainsi à la surface du sol les microbes infiltrés dans leurs tissus.

» Il était intéressant de rechercher si ces mêmes lombrics peuvent, dans des circonstances analogues, rapporter par l'intermédiaire de leurs matières fécales, des bactéries tuberculeuses ayant encore conservé leurs propriétés virulentes.

» Ces expériences présentaient certaines difficultés à surmonter, à cause de la présence de bacilles septiques nombreux et très actifs qui se trouvent dans la terre des jardins où habitent surtout les lombrics. Les cobayes mis alors en expérience périssent tous très rapidement de septicémie gangreneuse, avant tout développement possible d'un processus tuberculeux. Il était donc indispensable de trouver un procédé qui pût mettre les animaux inoculés à l'abri de cette redoutable affection.

» Nos recherches nous ont démontré que la terre de bruyère siliceuse, servant aux jardiniers, et ne renfermant que des substances organiques d'origine végétale, ne contiennent qu'un petit nombre de bacilles septiques. Les vases à fleurs, très profonds, qui ont servi à nos expériences, ont donc été remplis d'une terre de bruyère finement tamisée. La matière tuberculeuse a été enfouie profondément au fond des vases, dont la partie inférieure reposait dans des assiettes pleines d'eau. A la surface de cette terre de bruyère, on a étendu une couche de 1^{cm} ou 2^{cm} d'un sable siliceux blanc, très pur, provenant des dépôts du Rhône. Les vases étaient fermés avec des feuilles de papier.

» Dans l'espace de quelques jours, les vers sont venus déposer leurs excréments sur la couche sableuse, où il a été possible de les cueillir en évitant toute contamination étrangère. Ce sont ces matières excrémentitielles qui, inoculées à des cobayes, ont donné naissance à de magnifiques tuberculoses généralisées.

» Aujourd'hui, on est en droit d'affirmer que les lombrics peuvent ramener à la surface du sol, avec les produits de leur digestion, des bactéries tuberculeuses, ayant conservé intactes toutes leurs propriétés virulentes.

Les choses se passent donc d'une façon identique à celles qui ont été mises en lumière, à propos de la bactérie charbonneuse, par les expériences de M. Pasteur. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Maladie de Californie, maladie de la Vigne causée par le* Plasmodiophora californica. Note de MM. **P. Viala** et **C. Sauvageau**, présentée par M. Duchartre.

« Les effets de la *Maladie de Californie* sur la Vigne ont une gravité comparable à ceux du Phylloxera, mais heureusement son invasion est actuellement limitée au sud de la Californie. Elle a été constatée d'abord à Anaheim en 1882 et en 1884. L'un de nous, après l'avoir étudiée dans le comté de Los Angeles, avait insisté, en 1887, sur son importance (*Une mission viticole en Amérique*, p. 292), et un arrêté ministériel a pris, en 1892, des mesures prohibitives énergiques pour éviter que le vignoble français ne soit envahi, par suite de l'importation de boutures de Vignes de Californie en France ([1]).

» La maladie de Californie se développe dans les vignobles âgés aussi bien que dans les jeunes plantations, dans toutes les natures de sol et dans toutes les situations. Les premières taches dans un vignoble forment généralement des bandes longitudinales de souches mortes ou mourantes autour desquelles la maladie s'étend rapidement. Les indices du mal se manifestent dès le premier printemps : les jeunes rameaux des souches malades partent avec beaucoup de retard et poussent mal; ils sont plus ramifiés qu'à l'état normal, courts, à nœuds rapprochés, et ils présentent des caractères extérieurs d'altération comparables à ceux des feuilles. A l'automne, les sarments desséchés, parfois partiellement aoûtés, ont des zones brunes et noirâtres dans le bois; la tige est zonée de brun et de noir comme les rameaux. Les sarments, pris comme boutures sur des souches

---

([1]) Les pertes de récolte ont été d'un tiers en 1886 et des deux tiers en 1887, sous l'effet de la Maladie de Californie. Depuis lors, la maladie s'est étendue dans les vignobles des comtés de Los Angeles, de San Diego et de San Bernardino; mais, tout en conservant une nocuité très grande, elle a été moins désastreuse qu'en 1886 et 1887. Elle ne cause pas seulement la perte des récoltes, mais elle entraîne la mort directe et rapide des vignobles. Des exploitations entières, certaines de 10^{ha} et 50^{ha}, ont été détruites dans l'espace de deux années; quelques parcelles ont été foudroyées pendant le printemps de 1887.

attaquées, transmettent la maladie aux ceps qui en proviennent. Les radicelles des pieds atteints sont peu nombreuses; l'écorce noirâtre des racines se sépare facilement; le bois est spongieux, noir et juteux.

» Sur les feuilles, il se produit d'abord une coloration du parenchyme par plaques irrégulières disposées entre les nervures et sur le pourtour du limbe; elles sont jaunâtres et se décolorent de plus en plus. Elles deviennent définitivement rouges ou rouge brun, parfois d'un rouge noirâtre, d'où le nom de *Black Measles* (rougeole noire) donné par quelques viticulteurs californiens à cet état de la maladie. Ces taches sont entourées de zones plus claires et se rejoignent parfois en formant des bandes longitudinales qui occupent presque tout le parenchyme. Les nervures non altérées sont toujours entourées d'une bordure verte. Les feuilles sont définitivement bariolées, et elles sèchent. Elles tombent souvent pendant le printemps ou au commencement de l'été; les nouvelles feuilles qui poussent alors sur de nouveaux rameaux secondaires sont altérées à leur tour.

» Malgré les nombreuses recherches faites en Californie, sans discontinuité, depuis 1884, sous les auspices du Département de l'Agriculture de Washington, la cause de la Maladie de Californie est encore absolument inconnue. L'étude récente que nous avons faite de la *Brunissure* de la Vigne (*Comptes rendus* du 27 juin 1892) nous a conduits à déterminer cette cause: la Maladie de Californie, comme la Brunissure, est due à un Champignon myxomycète que nous avons rapporté au genre *Plasmodiophora*. Nous avons été contraints de limiter notre étude à quelques feuilles sèches, cueillies en 1887; par mesure de précaution, et pour éviter l'importation de la maladie en France, ces feuilles, après avoir été séchées, avaient été soumises sur place à l'action des vapeurs confinées du sulfure de carbone.

» Les coupes dans le limbe des feuilles attaquées montrent que les cellules du parenchyme en palissade et du parenchyme lacuneux sont envahies par le parasite, comme dans le cas du *Pl. Vitis*.

» On le retrouve avec les différents aspects que nous avons signalés dans notre précédente Note.

» Toutefois, son envahissement dans une même tache est moins général que dans le cas du *Pl. Vitis:* sur une même section, en effet, pratiquée dans des parties attaquées en apparence uniformément, des solutions de continuité, formées par des cellules saines, gorgées d'amidon, sont souvent aussi larges que les parties malades. Presque toujours aussi, nous avons trouvé le plasmode du parasite moins abondamment développé à l'intérieur des cellules que dans le cas de la Brunissure.

» La Maladie de Californie, étudiée uniquement sur des sections de feuilles, et comparativement à la Brunissure, semblerait donc moins importante que celle-ci. Mais, la première étant beaucoup plus meurtrière que la seconde, c'est donc que ses effets sur les racines et sur les tiges doivent causer de graves dommages aux individus attaqués. Nous n'avons pas eu de matériaux nous permettant de les apprécier. Nous n'avons pas observé non plus la formation de spores. Cependant, le parasite de la Maladie de Californie différant de celui de la Brunissure par son mode d'envahissement des feuilles et par ses effets autrement graves sur les plantes attaquées, nous l'en séparons sous le nom de *Pl. californica*.

» Les conditions dans lesquelles nous étions placés sont trop limitées pour arriver à connaître le développement complet du parasite; des études sur le vivant seraient nécessaires pour déterminer les moyens d'enrayer sa marche ou les traitements préventifs à employer contre lui.

» Les deux maladies de la Vigne que nous venons d'étudier ne semblent pas être les seules affections dues à un Myxomycète ne déformant pas la plante hospitalière; on trouve des effets semblables, mais plus ou moins étendus, sur d'autres plantes; nous nous proposons de continuer les recherches que nous avons déjà commencées pour en déterminer la vraie nature. »

BOTANIQUE. — *Essai de statique végétale*. Note de M. **Augustin Letellier**, présentée par M. Duchartre.

« Les physiologistes sont d'accord pour attribuer la direction verticale que prennent les plantes à l'action de la pesanteur; mais aucun d'eux n'a cherché quelles sont les conséquences de cette action sur le groupement moléculaire, et par suite sur la densité aux divers points des parties jeunes des végétaux. Or l'expérience montre que les segments de la racine et de la tige, encore à l'état de méristème, flottent, dans un liquide de densité convenable, suivant une direction qui est *la même que pendant la vie*. D'où cette conclusion, que l'orientation des parties jeunes de la plante est celle qui correspond à leur *position d'équilibre stable*.

» Les extrémités des racines primaires de la Fève, du Haricot, du *Fulchironia senegalensis*, normalement descendantes, restent en suspension hydrostatique, la coiffe en bas; les jeunes bourgeons, les racines ascendantes du *Fulchironia senegalensis* flottent la pointe en haut; les rhizomes

de la Pomme de terre, les racines secondaires horizontales de la Fève, restent horizontales, les premières avec tendance à un relèvement, les secondes avec tendance à un abaissement de leur extrémité; enfin les parties jeunes des racines coralloïdes des Cycas (*C. revoluta*), les racines suçoirs du Gui, flottent dans la direction qu'elles avaient dans l'air. Il en faut conclure que :

» 1° Les racines *descendantes* ont le centre de gravité *au-dessous* du centre de figure;

» 2° Les tiges et les racines *ascendantes* ont une position relative *inverse* pour leurs centres de gravité et de figure;

» 3° Les rhizomes et les racines secondaires ont les centres de gravité et de figure si *voisins l'un de l'autre*, que leur équilibre est presque indifférent.

» L'expérience montre que la direction verticale, la coiffe en bas, est indépendante de la longueur du segment de racine. Elle montre encore que la densité moyenne augmente à mesure qu'on raccourcit le segment, tout en lui conservant sa coiffe. Or, cette dernière observation permet de déterminer par le calcul la densité vraie d_x des tranches infiniment minces Δ_x situées à la distance x de l'extrémité.

» On a en effet

$$\delta_x = \frac{\int_0^x \Delta x \, \delta x}{x},$$

en appelant δ_x la densité moyenne. Si l'on pose

$$d_x = d_0 + ax + bx^2,$$

il vient

$$\delta_x = d_0 + \frac{a}{2}x + \frac{b}{3}x^2,$$

formule dans laquelle d_0, a et b sont trois constantes, que trois mesures directes de δ_x permettent de déterminer. Remplaçant d_0, a et b par leurs valeurs dans la formule, on vérifie facilement qu'elle représente bien la loi du phénomène. Mais, puisqu'il en est ainsi, la formule montre qu'il y a, dans la partie non différenciée de la racine, une tranche qui présente un minimum de densité : cette tranche est à

» $10^{mm},98$ dans la racine primaire de la Fève;
» 12^{mm} dans la racine primaire du Haricot;
» $9^{mm},8$ dans la racine secondaire de la Fève;

» 10^{mm},8 dans la racine descendante du *Fulchironia;*

» 2^{mm},7 dans la racine ascendante de ce même *Fulchironia senegalensis.*

» L'expérience vérifie l'exactitude de ces prévisions du calcul, car un segment de racine non terminé par la coiffe flotte : *a*, dans la direction habituelle, s'il est pris en dessous du minimum; *b*, dans une direction inverse, s'il est pris en dessus.

» Il convient de remarquer que cette distribution de la densité dans les couches successives des extrémités très jeunes des tiges et des racines ne peut résulter que d'une longue adaptation de l'être au milieu qu'il habite. La plantule se forme souvent dans une position iuverse de celle qu'aura la plante et qu'elle a elle-même en suspension hydrostatique. Les bourgeons des arbres pleureurs n'en flottent pas moins la pointe en haut, et c'est en vain qu'on force, sur une roue de Knigt faisant plus de 300 tours à la minute, un jeune plan de Haricots à pousser la tige dirigée suivant le prolongement du rayon et la racine en sens inverse : tige et racine ont conservé la position relative habituelle de leurs centres de gravité et de figure, et flottent comme si la plante avait poussé dans un jardin.

» Si toutes les racines étaient, comme celles de l'*Hydrocharis*, en suspension dans l'eau, il n'y aurait aucun besoin de faire intervenir des causes autres que la pesanteur, pour expliquer la direction verticale descendante des racines. On sait qu'il n'en est pas ainsi et que, pour s'enfoncer dans la terre, les racines ont souvent besoin de se courber, afin de revenir plus tard à la verticale. L'observation a même montré que la racine primaire de la Fève s'infléchit entre le neuvième et le dixième millimètre. Pourquoi?

» Si l'on détermine avec soin les valeurs des coefficients de flexion aux divers points de la racine primaire de la Fève, on observe qu'elles présentent un minimum pour une tranche située à 9^{mm},72 de l'extrémité de la coiffe. C'est donc fatalement en ce point que la racine se courbera quand, après l'avoir laissée croître de haut en bas, on la placera horizontalement.

» Chez les racines secondaires de la Fève, les valeurs des coefficients de flexion vont en croissant à partir de l'extrémité. Aussi une racine secondaire, dérangée de sa direction habituelle et soumise uniquement à l'action de la pesanteur, se termine par une courbe régulière : une racine primaire, par deux portions rectilignes réunies par une courbe.

» Dans le Mémoire où j'ai consigné les résultats de mes expériences, j'indique dans quelles limites il est possible, tout en tenant un compte nécessaire des autres causes qui assurent l'orientation des végétaux, d'ex-

pliquer la direction descendante ou presque horizontale des racines primaires et secondaires, au moyen des deux lois suivantes :

» I. *La plante pousse dans la direction qui convient à sa position d'équilibre stable.*

» II. *Quand on l'ecarte de sa position d'équilibre, elle y revient en se courbant au point où il est le plus facile de la fléchir.*

» Mais ces lois sont insuffisantes quand on veut expliquer comment une tige ou une racine normalement ascendante revient à la verticale si elle en a été écartée. Il faut, pour avoir une explication satisfaisante du phénomène, recourir aux propriétés connues des gouttes liquides à grande tension superficielle. On sait que ces gouttes présentent toujours, quelle que soit l'inclinaison de leur support en dessus d'un plan équatorial horizontal, une partie qui est en tous ses points symétrique par rapport à la verticale passant par l'ombilic. Or l'extrémité non différenciée et toujours très courte d'une racine ascendante ou d'un bourgeon est en l'état d'une sorte de gelée, et par conséquent assimilable à une goutte semi-fluide. La partie qui est en dessous du plan équatorial se fixe rapidement par différenciation ; celle qui est en dessus ne tarde donc pas à reposer sur un support horizontal, et par suite à croître de nouveau de bas en haut, et suivant la verticale à laquelle elle est ramenée par une loi physique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le gouffre du Creux de Souci (Puy-de-Dôme).* Note de MM. **E.-A. Martel, A. Delebecque** et **G. Gaupillat**, présentée par M. Daubrée.

« A 1200^m au sud du lac Pavin, dans le Puy-de-Dôme, s'ouvre, dans la coulée de basalte moderne issue de la base méridionale du puy de Montchal (1411^m), un puits naturel, connu sous le nom de *Creux de Souci.*

» Les chiffres donnés par divers auteurs, pour la profondeur de ce puits, étaient tout à fait discordants. Ils variaient de neuf toises ($17^m,54$) (¹) à 50^m (²). Quelques tentatives de descente avaient été entravées par le manque d'air respirable. La légende racontait que, au fond de ce puits, un ruisseau coulait vers le nord-est, pour se jeter ensuite dans le lac Pavin.

(¹) Chevalier, inspecteur des ponts et chaussées à Clermont; 1770.

(²) A. Berthoule, *Les lacs d'Auvergne*; 1890.

» Les 18 et 19 juin 1892, accompagnés de M. Étienne Ritter, étudiant à l'Université de Genève, et avec l'assistance de Louis Armand (de Peyreleau) et de Nougin père (de Besse), nous avons fait une reconnaissance méthodique du Creux de Souci.

» Son altitude est d'environ 1275^m (soit 75^m à 80^m au-dessus du lac Pavin; quatre séries d'observations au baromètre holostérique compensé) ([1]). A ce niveau se creuse, à ciel ouvert, dans la coulée basaltique, un entonnoir cratériforme de 25^m de diamètre et de 11^m,50 de profondeur; au bas de l'entonnoir, un trou béant de 3^m à 4^m de diamètre est la véritable bouche de l'abîme proprement dit, qui mesure *exactement* 21^m,50 de profondeur, depuis l'orifice jusqu'à la nappe d'eau qui occupe le fond du trou.

» Cette nappe d'eau est donc située à 45^m environ au-dessus du lac Pavin, soit à peu près au niveau des sources qui sortent du flanc nord du puy de Montchal et alimentent ce lac.

» Notre bateau seul a pu y flotter; car l'acide carbonique, parfaitement révélé par l'extinction de nos bougies, la suffocation et la céphalalgie, nous a, malgré plusieurs tentatives réitérées par chacun de nous, absolument empêchés de descendre à plus de 4^m au-dessus de l'eau.

» Mais, assis sur l'échelle de cordes à une profondeur de 17^m,50 sous l'orifice, nous avons pu faire les constatations suivantes : l'intérieur du Creux de Souci est une vaste caverne circulaire en forme de coupole et d'environ 50^m de diamètre; le centre est occupé par un lac stagnant et rond, de 25^m à 30^m de diamètre et de 3^m de profondeur; aucune galerie n'est visible au pourtour de la caverne; la cavité a été produite tout entière dans le basalte, peut-être par l'explosion de quelque bulle de gaz volcanique. L'acide carbonique indique que le Creux de Souci est le siège d'une mofette, comme les *Grottes du Chien*, si connues en Auvergne et en Italie. Point de stalactites à la voûte, qui est aussi inégale et accidentée que la surface d'une coulée. Aucun ruisseau ni courant ne traverse le lac, qui paraît s'alimenter exclusivement par le suintement des voûtes. Cette absence de courant démontre que le réservoir intérieur du Creux de Souci ne peut pas contribuer, d'une façon sensible, à l'alimentation du lac Pavin.

» La température est tout à fait anormale. Voici les chiffres que nous avons trouvés ([1]) le 19 juin 1892 :

Eau du lac	$+1^{\circ},2$
A 1^m,50 au-dessus de l'eau (20^m de profondeur)	$+1$
De 7^m,50 à 17^m,50 au-dessus de l'eau (14^m à 4^m de profondeur)	$+2,25$
A 19^m au-dessus de l'eau (2^m,50 de profondeur)	$+6$
Air extérieur	$+10,5$

» La température moyenne de Besse, la ville voisine (1030^m), paraît

([1]) Cette altitude concorde bien avec les courbes de niveau des minutes au $\frac{1}{40000}$ de l'État-Major.

([1]) Avec un thermomètre à mercure de Secretan et un thermomètre à renversement de Negretti et Zambra.

être de + 5° à + 6°; celle du puy de Dôme (1467^{m}) est de + 3°,53. Le Creux de Souci est donc une caverne avec une température exceptionnellement basse qui peut s'expliquer ainsi : pendant plusieurs mois de l'année, la neige couvre la région; par la fusion, elle s'infiltre dans le Creux où elle refroidit l'air qui ne se renouvelle et ne se réchauffe pas, à cause de la forme de la cavité. C'est une raison de plus pour croire que le Creux de Souci est clos de toutes parts à l'intérieur.

» Il serait intéressant d'y effectuer, en diverses saisons, des observations répétées, et il faut souhaiter que la commune de Besse fasse simplement clore avec un grillage et non pas boucher complètement l'orifice du Creux de Souci. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les lacs du plateau central de la France.* Note de MM. **A. Delebecque** et **E. Ritter**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant le mois de juin dernier, nous avons exploré, avec le concours de M. J. Magnin, les principaux lacs du plateau central de la France ([1]).

» Nos sondages ont été faits au moyen de l'appareil Belloc. Voici les profondeurs les plus grandes que nous avons trouvées :

	Profondeur. m	Surface. ha
Lac d'Issarlès (Ardèche)	108,50	91,9
Lac Pavin (Puy-de-Dôme)	92,00	44,1
Lac de Tazanat (Puy-de-Dôme)	66,50	34,3
Lac Chauvet (Puy-de-Dôme)	63,00	53,0
Lac supérieur de la Godivelle (Puy-de-Dôme)	44,00	14,7
Lac du Bouchet (Puy-de-Dôme)	27,50	43,2
Lac de la Crégut (Cantal)	26,50	
Lac de Servière (Puy-de-Dôme)	26,50	
Lac de Montcyneire (Puy-de-Dôme)	18,00	
Lac de la Landie (Puy-de-Dôme)	17,00	
Lac d'Aydat (Puy-de-Dôme)	14,50	

» Tous ces lacs se trouvent représentés sur les feuilles de l'État-Major,

([1]) Les noms de ces lacs sont tous bien connus, grâce aux descriptions qu'en ont faites, d'une part Lecoq, dans son Ouvrage intitulé : *L'eau sur le plateau central de la France;* d'autre part, M. A. Berthoule, dans son Livre sur *Les lacs d'Auvergne;* mais leurs profondeurs n'avaient jamais été sérieusement mesurées.

le Puy, Brioude, Clermont, Gannat et Mauriac. Nous avons dressé les cartes hydrographiques des six premiers. Aucun des autres lacs représentés sur les feuilles en question ne paraît avoir 10^{m} de profondeur (lacs Chambon, Guéry, Bourdouze, des Esclauzes, etc.).

» Le lac d'Issarlès est probablement, après le Léman et le lac du Bourget, le lac le plus profond de France. Sa cuvette est très régulière. Il paraît avoir été produit par un effondrement dans le granit. Il n'a pas d'émissaire et s'infiltre, en donnant naissance à un grand nombre de sources, à travers une couche de terrain remanié, composé de cailloux granitiques et basaltiques, qui forme le bord occidental du lac et qui descend jusqu'à 60^{m} environ en contre-bas du niveau de l'eau.

» Les lacs Pavin, Chauvet, de la Godivelle, du Bouchet et de Servière sont, comme chacun sait, des lacs de cratère (voir les feuilles géologiques Brioude et Clermont, de MM. Fouqué et Michel-Lévy). Le lac de Tazanat, creusé tout entier dans le granit et sur les bords duquel on ne trouve que de rares projections basaltiques, a une origine plus difficile à expliquer. Les cuvettes de ces lacs sont également très régulières, comme c'est le cas général pour les lacs de cratère et d'effondrement.

» Les eaux et les vases de ces lacs feront l'objet d'une étude spéciale. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 JUILLET 1892.

La Truffe. — Botanique de la Truffe et des plantes truffières. Sol, climat, pays producteurs, composition chimique, culture, récolte, commerce, fraudes, qualités alimentaires, conserves, préparations culinaires, par AD. CHATIN. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1892; 1 vol. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. 6e série, juillet 1892, t. XXVI. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD, 1892, t. III, n° 3, mai-juin. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Les maladies des yeux dans leurs rapports avec la Pathologie générale, par le Dr ÉMILE BERGER. Leçons recueillies par le Dr R. DE SAINT-CYR DE MONTLAUR, revues par le Professeur. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Larrey.)

Dissertation sur les systèmes des poids et mesures et de numération, suivie d'un appendice, par H. MAILLOT. Châteauroux, 1892; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Exposition universelle de 1889 à Paris. — Rapport général par M. ALFRED PICARD. Tome VI : *Les industries extractives, les produits bruts et ouvrés; l'outillage et les procédés des industries mécaniques* (Groupes V et VI de l'Exposition universelle de 1889). Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 20 juin 1892.)

Note de MM. *Chr. Bohr* et *V. Henriquez*, Sur l'échange respiratoire :

Page 1497, dernière ligne, *au lieu de* 38cc,73, *lisez* 3873cc.

(Séance du 27 juin 1892.)

Note de M. *Ed. Branly*, Sur la conductibilité d'un gaz, etc. :

Tome CXIV, page 1532, ligne 20, *au lieu de* A est chargé, *il faut lire* A est chargé négativement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une légère correction additive qu'il peut y avoir lieu de faire subir aux hauteurs d'eau indiquées par les marégraphes, quand l'agitation houleuse ou clapoteuse de la mer atteint une grande intensité : cas d'une mer houleuse;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. On admet généralement que le meilleur moyen de connaître, à un endroit donné d'une côte verticale, le niveau *actuel* de la mer *tel qu'il serait sans l'agitation* presque incessante *des vagues à courte période, houleuses ou clapoteuses,* consiste à prendre ce niveau dans un petit bassin latéral, communiquant avec la mer d'une manière tout à la fois assez facile pour que les marées y montent ou y descendent de toute leur hauteur, et assez gênée pour qu'on y perçoive à peine les dénivellations d'une durée

de quelques secondes seulement et à valeur moyenne nulle, comme sont celles qui constituent chacune des vagues dont il s'agit. Le niveau à fort peu près constant ainsi obtenu, que tendent à élever les gonflements successifs de la surface houleuse ou clapoteuse, mais à déprimer ses abaissements intermédiaires, semble, en effet, devoir garder, sous ces deux influences contraires, la position qu'occuperait la surface si le fluide des convexités venait à combler les creux.

» Toutefois, dans l'hypothèse, aussi simple que possible et sans doute admissible ici [1], de vitesses toujours assez petites, à l'intérieur du conduit de communication, pour ne laisser subsister que la partie des résistances proportionnelle à ces vitesses, ou pour rendre insensible la partie dépendant de leurs carrés, ainsi que la demi-force vive correspondante du fluide, une étude un peu attentive montre que l'eau, supposée tranquille, du bassin se maintient, au-dessus du centre de son orifice de communication avec la mer, à la hauteur précise pour laquelle sa pression hydrostatique sur ce centre égale la *moyenne* des pressions successives qu'y exerce le liquide agité.

» Or M. de Caligny a constaté depuis longtemps l'existence d'un certain déficit de la moyenne en question, par rapport à la pression constante qu'exercerait *le même* fluide *au repos;* et j'ai évalué cette petite différence, d'abord, en 1883, dans un Mémoire du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (t. IX, p. 425), puis, d'une manière beaucoup plus simple, mais en n'obtenant que sa valeur moyenne sur chaque plan horizontal, dans une Note récente des *Comptes rendus* (19 avril 1892, t. CXIV, p. 937).

» Il y a donc lieu de voir dans quels cas la correction correspondante, que j'appellerai Δ, pourrait être sensible et devrait, par conséquent, s'ajouter à la hauteur indiquée par le marégraphe dans le bassin latéral, pour donner le véritable niveau *actuel* de la mer *censée rendue calme.*

» II. Mais reconnaissons d'abord que la valeur moyenne, h_m, de la hauteur sensiblement constante h de l'eau dans le bassin latéral, au-dessus du centre de l'orifice de communication de ce bassin avec la mer, sera bien celle qui mesure la moyenne, p_m, des pressions p exercées successivement au même point par l'eau houleuse ou clapoteuse.

» A chaque instant, le produit de la masse liquide en mouvement dans le conduit, par son accélération actuelle moyenne u' suivant l'axe de ce

---

[1] On la réaliserait surtout, ce me semble, par l'interposition d'une couche filtrante à interstices assez grands, ou de quelques tissus peu serrés.

conduit, égalera, vu le principe des quantités de mouvement, la différence des pressions totales exercées aux deux extrémités, diminuée du frottement total des parois. Or, si l'on appelle ρg le poids de l'unité de volume du fluide, la différence des pressions se trouvera évidemment proportionnelle à $p - \rho g h$, ou à $\frac{p}{\rho g} - h$; et, d'ailleurs, le frottement total sera, par hypothèse, en raison directe de la vitesse moyenne U du liquide le long du conduit. On aura donc, en divisant l'équation par le coefficient de $\frac{p}{\rho g} - h$ et appelant a, b deux constantes,

$$(1) \qquad a u' = \frac{p}{\rho g} - h - b\mathrm{U}.$$

» Transposons le terme $-b\mathrm{U}$ et observons de plus que, si u désigne la vitesse, suivant l'axe du canal, de chacune des molécules fluides considérées, la quantité u', moyenne, prise pour toutes celles-ci, des valeurs de la dérivée actuelle complète de u par rapport au temps t, est évaluable en réduisant cette *petite* dérivée complète à sa partie *linéaire*, seule sensible, $\frac{du}{dt}$, dérivée de u prise sur place; ce qui donne, comme accélération moyenne actuelle u', $\frac{d \operatorname{moy} u}{dt}$ ou $\frac{d\mathrm{U}}{dt}$. L'équation définitive du mouvement dans le conduit de communication est donc

$$(2) \qquad a\frac{d\mathrm{U}}{dt} + b\mathrm{U} = \frac{p}{\rho g} - h.$$

» Prenons terme à terme les valeurs moyennes des deux membres pendant la courte durée d'une vague clapoteuse, ou durant le passage d'une lame de houle devant l'orifice de communication. On aura zéro pour les deux moyennes de $\frac{d\mathrm{U}}{dt}$ et de U, puisque l'intégrale indéfinie

$$\int \frac{d\mathrm{U}}{dt} dt = \mathrm{U} + \text{const.}$$

redeviendra la même après chaque période, et que, de plus, le débit correspondant total, proportionnel à $\int \mathrm{U}\, dt$, du conduit, sera identiquement nul. Donc il viendra

$$0 = \operatorname{moy} \frac{p}{\rho g} - \operatorname{moy} h,$$

c'est-à-dire, comme on se proposait de l'établir,

$$(3) \qquad h_m = \frac{p_m}{\rho g}.$$

» III. Commençons par le cas d'une houle, afin d'y évaluer la petite surélévation Δ du niveau actuel d'équilibre, ou niveau qu'atteindrait la masse liquide si ses convexités venaient à combler ses creux, sur celui, de hauteur h_m, qui correspond à sa pression dynamique moyenne p_m au centre de l'orifice de communication avec le bassin latéral. Nous appellerons z la profondeur, sensiblement égale à h_m, de ce centre, au-dessous de celui des orbites des molécules superficielles, ou, plus simplement (ce qui n'en différera guère), au-dessous de la surface horizontale d'équilibre actuelle; et nous désignerons, en outre, par H la profondeur moyenne totale de la mer, près de la côte verticale où est établi le marégraphe, par 2η la hauteur des vagues (de creux en crête), par $2L$ leur longueur, enfin, par $2T$ leur période, temps qu'elles emploient à prendre, chacune, la place de la précédente, ou à parcourir leur propre longueur, $2L$, avec la vitesse de propagation

$$(4) \qquad \frac{L}{T} = \sqrt{\frac{gL}{\pi}\,\mathrm{tah}\,\frac{\pi H}{L}} = \sqrt{\frac{gL}{\pi}\,\frac{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} + e^{-\pi\frac{H}{L}}}}.$$

» Le potentiel φ qui, par ses deux dérivées relatives à l'ordonnée verticale z et à une abscisse horizontale x parallèle à la côte, fait connaître les deux déplacements vertical ζ et horizontal ξ des molécules du fluide agité, est sensiblement

$$(5) \qquad \varphi = \frac{\eta L}{\pi}\,\frac{e^{\pi\frac{H-z}{L}} + e^{-\pi\frac{H-z}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}}\cos\left(\frac{\pi t}{T} - \frac{\pi x}{L}\right) \quad [1].$$

» Les deux composantes verticale et horizontale, w, u, de la vitesse en chaque point (x, z) sont, par suite, à fort peu près, ses deux dérivées secondes $\frac{d^2\varphi}{dt\,dz}$ et $\frac{d^2\varphi}{dt\,dx}$. Il vient donc, en particulier, pour la composante verticale w de la vitesse (comptée positivement quand elle est dirigée de haut en bas),

$$(6) \qquad w = \frac{d^2\varphi}{dt\,dz} = \eta\,\frac{\pi}{T}\,\frac{e^{\pi\frac{H-z}{L}} - e^{-\pi\frac{H-z}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}}\sin\left(\frac{\pi t}{T} - \frac{\pi x}{L}\right).$$

---

[1] On le déduit, par exemple, de la formule (σ') de la page 333 de mon Volume sur les *Eaux courantes*, en y remplaçant, vu des différences de notation, k et k' par $\frac{\pi}{L}$ et par $\frac{\pi}{T}$, x_1 et z_1 par x et par $H - z$, enfin A par $\frac{\eta}{\mathrm{tah}\,\frac{\pi H}{L}}$.

» Le carré du sinus qui y figure, et qui seul dépend de x et de t, a, comme on sait, la valeur moyenne $\frac{1}{2}$, soit quand on y fait varier x dans un intervalle $2L$, ou que l'on considère toute la partie du plan horizontal $z =$ const. recouverte par une vague complète, soit quand on y fait varier graduellement t de $2T$, ou qu'on observe le fluide en un même point (x, z) durant une période complète. Or l'abaissement moyen de pression dû au mouvement, sur le plan horizontal d'altitude z, est (en hauteur d'eau), d'après la formule établie aux articles cités, $\frac{\text{moy}\, w^2}{g}$, la moyenne étant prise à la fois par rapport à x et à t. D'ailleurs, comme, dans le cas actuellement considéré d'une houle, ou d'ondes courantes, l'abaissement moyen Δ, pris en un point fixe (x, z) pour la durée d'une période, est évidemment le même quel que soit ce point sur le plan horizontal $z =$ const., Δ égale cet abaissement moyen général ; et l'on a

$$(7) \qquad \Delta = \eta^2 \frac{\pi^2}{2gT^2}\left(\frac{e^{\pi\frac{H-z}{L}} - e^{-\pi\frac{H-z}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}}\right)^2.$$

» Remplaçons, dans cette relation, la demi-période T par sa valeur en L et H tirée de (4) ; et des simplifications évidentes donneront enfin la formule cherchée de la correction Δ,

$$(8) \qquad \Delta = \frac{\pi\eta^2}{2L} e^{-\frac{2\pi z}{L}} \frac{\left(1 - e^{-2\pi\frac{H-z}{L}}\right)^2}{1 - e^{-4\pi\frac{H}{L}}}.$$

» Le second membre, fonction de η, L, $\frac{z}{L}$ et $\frac{H}{L}$, grandit sans cesse, et depuis zéro jusqu'à $\frac{\pi\eta^2}{2L} e^{-\frac{2\pi z}{L}}$, quand le rapport $\frac{H}{L}$ croît de $\frac{z}{L}$ à ∞; car, en posant, pour abréger, $2\pi\frac{H-z}{L} = \alpha$, son dernier facteur, seule fonction de H ou de α, est $\frac{(1 - e^{-\alpha})^2}{1 - e^{-4\pi\frac{z}{L}} e^{-2\alpha}}$, expression dont on reconnaît aisément que la dérivée en α a le signe de $1 - e^{-4\pi\frac{z}{L}} e^{-\alpha}$, évidemment positif. La correction Δ est donc maximum dans le cas d'une mer de profondeur H infinie, c'est-à-dire assez grande pour que l'agitation de houle, sur le fond, soit insensible ; et alors elle prend la forme simple

$$(9) \qquad \Delta = \frac{\pi\eta^2}{2L} e^{-\frac{2\pi z}{L}}.$$

» Sa valeur la plus forte se produit aux profondeurs z (sous la surface) de l'orifice de communication, assez faibles pour que des circonférences $2\pi z$ les ayant comme rayons ne soient que des fractions insignifiantes d'une demi-longueur d'onde L; ce qui arrivera généralement. L'exponentielle, dans (9), se réduisant ainsi à l'unité, il vient

$$(9\ bis)\qquad \Delta = \frac{\pi\eta^2}{2L} = (\text{environ})\ 1,57\frac{\eta^2}{L},$$

correction inverse de la demi-longueur L des vagues, mais croissante comme le carré de leur demi-hauteur η.

» Par exemple, pour une houle de 1^m de hauteur totale et de 80^m de longueur, elle sera $\Delta = \frac{1^m,57}{160} = 1^{cm}$ environ, quantité assurément sensible, mais de grandeur médiocre. Il semble donc qu'on n'aura qu'assez rarement à se servir des formules (8), (9) ou (9 *bis*); car on n'observera sans doute guère des houles de plus de 1^m de hauteur à l'entrée des ports et à l'abri de leurs jetées, endroits où sont ordinairement établis les marégraphes. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la détermination de la densité des gaz.* Note MM. **Henri Moissan** et **Henri Gautier**.

« Lorsque l'on a, dans le laboratoire, à faire l'analyse qualitative d'un mélange gazeux, ou que l'on veut déterminer la composition d'un nouveau gaz, on peut utiliser en dehors de ses propriétés : 1° le point de liquéfaction du gaz; 2° sa densité.

» Le point de liquéfaction se détermine aujourd'hui avec facilité, grâce à l'appareil de M. Cailletet. Même dans l'analyse qualitative d'un mélange de gaz facilement liquéfiables, cette manipulation fournit des renseignements précieux.

» La recherche de la densité, tout aussi utile pour suivre la purification d'un gaz, donne dans la pratique du laboratoire des résultats importants, à la condition que cette détermination puisse se faire avec rapidité. Nous la préférons le plus souvent à une méthode analytique par absorption, à cause des difficultés que l'on rencontre quand on doit préparer des liquides ne contenant pas d'autres gaz en solution, difficultés si bien signalées par M. Berthelot, et à cause des corrections de tension de vapeurs qu'elle nécessite.

» La méthode classique de Regnault pour la détermination des densités des gaz exige que l'on ait à sa disposition une grande quantité du corps gazeux. De plus cette recherche est toujours délicate et demande un temps trop long pour qu'il soit possible de l'appliquer à des méthodes courantes de laboratoire.

» La méthode de Chancel répond mieux à ce *desideratum,* tout en ne fournissant que des résultats approchés. Elle possède cependant le grave inconvénient d'exiger un courant gazeux pour déplacer à peu près complètement l'air qui remplissait l'appareil; elle pourra donc fournir d'excellents résultats, quand il s'agira de gaz d'éclairage ou de masses gazeuses d'un certain volume. Mais si, dans une préparation, on n'obtient que quelques centaines de centimètres cubes de gaz, on ne peut songer à appliquer ce procédé.

» La nouvelle méthode que nous présentons aujourd'hui permet d'obtenir la densité d'un corps gazeux en opérant sur 100^{cc} environ.

» Le principe est analogue à celui de la méthode de Dumas pour la recherche des densités de vapeur. On détermine, au moyen d'une balance donnant les $0^{mg},5$, la différence entre le poids d'un volume connu du gaz à examiner, mesuré dans des conditions de température et de pression bien déterminées, et le poids d'un égal volume d'air dans les mêmes conditions de température et de pression. Si l'on désigne par p cette différence de poids exprimée en grammes, par v le volume commun du gaz et de l'air à t^o et à la pression H, la densité sera donnée par la relation

$$p = v \times 0,001293(x - 1) \times \frac{H}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00367t}.$$

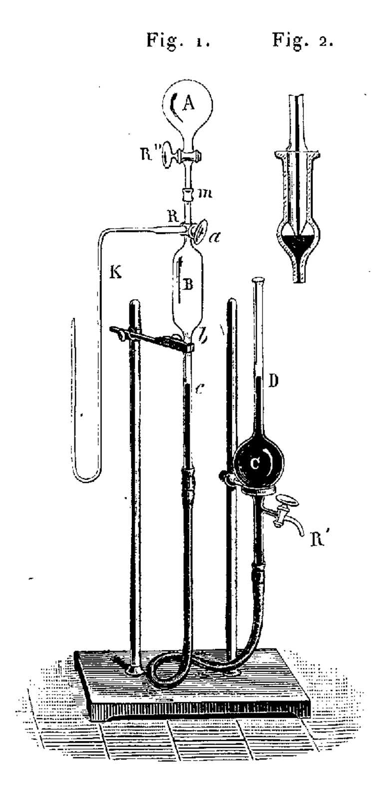
» L'appareil (*fig.* 1) se compose de deux parties : le mesureur B et un ballon mobile A dans lequel s'effectue la pesée du gaz.

» Le mesureur B est formé d'un cylindre de verre d'une capacité de 95^{cc} environ, fermé à sa partie supérieure par un robinet à trois voies R et terminé à sa partie inférieure par un tube plus étroit. Ce dernier tube porte des divisions indiquant le volume compris entre le robinet R et chacune d'elles; il est fixé en c à un tube de caoutchouc assez long qui relie le mesureur à une ampoule surmontée d'un tube et munie d'un robinet R'. Cette ampoule est remplie de mercure, elle permet d'amener le gaz du mesureur à la pression atmosphérique. A la partie supérieure du tube ab se trouve un robinet à trois voies R qui le relie à un tube presque capillaire K au moyen duquel on puise le gaz sur la cuve à mercure dans l'éprouvette qui le contient. Enfin un rodage permet de fixer le ballon A à la partie supérieure du mesureur pour y faire passer le gaz contenu dans ce dernier.

» Voici comment l'expérience doit être conduite : on fait le vide dans le ballon A,

puis on y laisse lentement rentrer de l'air absolument sec; on répète cette opération une dizaine de fois puis l'on ferme le robinet R″. D'autre part, on remplit de mercure sec et propre le mesureur et le tube K en soulevant l'ampoule C. L'extrémité ouverte du tube K est placée dans l'éprouvette renfermant le gaz à étudier; on se sert de cet appareil comme d'une pipette à gaz pour faire passer environ 100^{cc} de gaz dans le tube *ac*. On tourne le robinet R de façon à isoler le mesureur du reste de l'appareil; on remonte l'ampoule C pour ramener le niveau du mercure à la même hauteur dans le tube D et dans le tube *bc*. Tout l'appareil (le mesureur et le ballon) est placé dans

Fig. 1. Fig. 2.



une pièce au nord à une température aussi constante que possible. L'équilibre de température est atteint après six ou sept heures. En général, cette première partie de l'expérience, qui demande à peine une heure ou deux, était faite le soir, et l'on disposait de toute la nuit pour laisser le gaz atteindre la température ambiante ([1]). Le lendemain matin, on amenait le mercure à être exactement au même niveau dans les branches de l'appareil, on notait le volume, la température et la pression ([2]).

» On ouvre un instant le robinet R″ du ballon pour amener l'air qu'il contient à la

([1]) Lorsque l'on veut éviter cette perte de temps, on peut entourer le mesureur d'un cylindre rempli d'eau et prendre beaucoup plus rapidement la température du gaz.

([2]) Il est important de ramener exactement à 0° la hauteur barométrique observée.

pression atmosphérique, et l'on fait ensuite la tare de ce dernier en employant un petit ballon compensateur de même volume. Le vide est fait alors dans le ballon A, et en graissant avec soin le rodage on l'applique sur le mesureur. Les robinets R et R″ sont ouverts lentement et, en soulevant au besoin l'ampoule C, on fait passer tout le gaz dans le ballon [1]. On ferme le robinet R″, on détache le ballon, et l'on essuie le rodage avec soin. Le ballon est alors mis en communication avec un barboteur à acide sulfurique de façon à y introduire de l'air sec, jusqu'à ce que la pression totale soit un peu inférieure à la pression atmosphérique. Enfin on reporte ce ballon sur la balance. Les poids qu'il faut enlever ou ajouter pour obtenir l'équilibre représentent p. En portant ces valeurs [2] dans l'équation précédente, on en déduit la densité.

» Le Tableau suivant contient un certain nombre de densités déterminées par cette méthode au moyen de gaz préparés avec soin; ils permettent de juger de l'approximation que l'on peut obtenir :

Gaz.	p.	v.	H.	t.	Densité calculée.	Densité (Regnault).
Acide carbonique...	0,0625	99,0	754	18°	1,524	1,529
» ...	0,0630	100,0	757	20	1,525	»
» ...	0,0615	97,2	752	15	1,523	»
» ...	0,0640	100,6	755	16	1,524	»
Hydrogène.........	0,1115	99,0	757	18	0,068	0,069
»	0,1135	100,5	761	20	0,066	»
Oxygène...........	0,0115	96,0	760	22	1,100	1,1056
»	0,0120	98,0	750	15	1,101	»
Azote.............	0,0025	98,4	753	17	0,979	0,9714
»	0,0025	101,0	760	15	0,980	»

» L'erreur possible n'atteint pas $\frac{1}{100}$ dans les conditions les plus défavorables, telles que l'oxygène et l'azote, dont la densité est voisine de celle de l'air. Cette erreur, avec les gaz plus lourds, n'est plus que de $\frac{4}{1000}$ à $\frac{5}{1000}$

(1) Il est facile, au moyen de l'ampoule C, de chasser le gaz du mesureur, et de faire monter le mercure jusque dans l'ajutage du ballon, mais sans toucher à la clef du robinet R″. Une fois R″ fermé, il suffit de baisser C pour faire redescendre le mercure. Quand ce dernier est très propre, il ne reste pas un globule de mercure dans le tube.

(2) En raison de la disposition donnée au rodage m (*fig.* 2) pour empêcher la graisse de pénétrer dans le ballon A, il reste un petit espace nuisible rempli du gaz du mesureur qui ne peut pas pénétrer dans le ballon. On détermine une fois pour toutes le volume de cet espace nuisible, que l'on retranche de la valeur v. Dans notre appareil il était de 1^{cc}.

lorsque l'on opère avec les précautions sur lesquelles nous venons d'insister.

» Nous n'obtenons, il est vrai, qu'une densité approchée, mais cette approximation est grandement suffisante pour vérifier et suivre une réaction de laboratoire.

» Enfin, nous ajouterons que le volume gazeux, contenu dans le ballon, peut être recueilli, après la prise de densité, au moyen d'une trompe à mercure, et qu'il peut servir à déterminer la composition en poids du gaz étudié.

» Il est donc facile, en employant cette méthode, de prendre une densité sur un volume de gaz d'environ 100^{cc}, et d'utiliser ensuite cet échantillon de gaz pesé, au dosage des éléments qu'il contient. »

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les fleurs de quelques* Lactuca. Note de M. **A. Trécul**.

« Dans des fleurs hautes de $1^{mm},80$ du *Lactuca oleifera* Dcne, j'ai trouvé les premières cellules vasculaires dans les lobes de la corolle, et, dans le *Lactuca perennis*, seulement dans les lobes de fleurs d'environ 2^{mm} à $2^{mm},50$. Il n'y en avait pas ailleurs. Mais dans des fleurs de *Lactuca oleifera* hautes de 2 à 2,50, il y avait des jeunes vaisseaux à la fois dans les lobes de la corolle et dans les filets staminaux. Dans le *Lactuca sativa*, les premiers vaisseaux se montrent d'abord, tantôt dans les lobes de la corolle, tantôt dans les filets des étamines. Au contraire, dans le *Lactuca virosa*, j'ai toujours vu naître les premiers vaisseaux dans les filets des étamines de fleurs hautes de 2^{mm} à 3^{mm}.

» Dans les plantes citées, les vaisseaux qui débutent dans les lobes de la corolle le font, comme je l'ai dit ailleurs, par une cellule vasculaire ou par plusieurs de ces cellules disposées en série plus ou moins haut placée sur un des côtés des lobes ou sur les deux côtés à la fois, ou bien elles commencent suivant une courbe située un peu au-dessous du sommet de ces lobes, laquelle courbe s'allonge par ses deux bouts. Les deux séries quelquefois irrégulières de cellules vasculaires, nées de l'un et de l'autre côté d'un même lobe, se réunissent par leur extrémité supérieure, près du sommet de ce lobe, de manière à former un V renversé (ΛΩ) aigu ou obtus, qui plus tard prend une épaisseur plus ou moins considérable.

» Les deux jeunes vaisseaux nés ainsi aux côtés adjacents de deux lobes

contigus, en s'allongeant par en bas, arrivent en contact au-dessous de l'angle ou sinus rentrant qui sépare ces deux lobes; ils sont ensuite prolongés de haut en bas de la corolle par une file de cellules vasculaires ou par un fascicule.

» Dans le *Lactuca virosa*, des fleurs de 2^{mm} à 3^{mm} n'ont souvent pas encore de vaisseaux dans la corolle. Très fréquemment, j'ai vu les premiers vaisseaux de la corolle débuter par un vaisseau longitudinal de $0^{mm},26$, $0^{mm},36$, $0^{mm},70$, etc. sous un seul des sinus rentrants qui séparent les lobes, quand aucun de ces lobes ne montrait de cellule vasculaire. Une seule fois, une corolle me présenta dans un côté d'un seul lobe un court vaisseau de quatre ou cinq cellules, alors qu'aucun vaisseau n'existait plus bas dans la lame, sous aucun des sinus rentrants. Mais assez souvent, dans des corolles un peu plus avancées, on trouve, au-dessus d'un vaisseau vertical plus ou moins long, situé sous un des sinus, comme il vient d'être dit, un court vaisseau de quelques cellules dans un des côtés d'un des deux lobes voisins.

» Il arrive aussi que, dans certaines corolles plus avancées encore, il y a déjà, au-dessous des quatre sinus, des vaisseaux très inégalement allongés, continus ou composés de deux fragments superposés (ayant parfois jusqu'à $0^{mm},80$ pour l'un, $0^{mm},18$ pour l'autre), quand il n'y a pas de court vaisseau dans les lobes placés directement au-dessus, mais seulement dans un ou dans deux autres des cinq lobes de la même corolle.

Ces courts vaisseaux des lobes, simples ou composés de deux fragments placés parfois sur un plan différent, sont situés à hauteur variable parallèlement au côté adjacent. Chaque lobe en possède d'abord d'un seul côté, puis sur les deux côtés. Ce n'est que relativement assez tard que les deux courts vaisseaux d'un même lobe s'unissent sous le sommet de celui-ci, et que par leur extrémité inférieure ils s'allient au bout supérieur du vaisseau vertical, qui croît par en haut et par en bas, sous le sinus correspondant.

» Que les vaisseaux de la corolle débutent dans les lobes mêmes (*L. perennis, sativa*, etc.) ou sous les sinus rentrants qui séparent les cinq lobes (*L. virosa*), il descend toujours, dans les plantes citées, quatre vaisseaux ou fascicules longitudinaux, espacés parallèlement dans la région moyenne de la lame pétaline, et un marginal de chaque côté, ce qui fait six vaisseaux ou fascicules s'allongeant de haut en bas, quelquefois par fragments (*L. virosa, perennis*).

» Ces deux marginaux, qui sont, je l'ai déjà dit, un peu plus tardifs

que les autres, se rapprochent et s'unissent d'ordinaire au sommet du tube corollin. Mais ils sont quelquefois représentés par un seul vaisseau dans une grande partie de la longueur de ce tube. Dans le *L. perennis*, on peut les trouver séparés dans environ la moitié supérieure de celui-ci, et, dans deux fleurs seulement du *L. virosa*, je les ai vus libres, isolés tout à fait l'un de l'autre, dans toute la longueur de la tubulure.

» Dans des fleurs de 4^{mm} du *Lactuca perennis*, les vaisseaux de la corolle peuvent déjà descendre loin au-dessous du sommet (à $0^{mm},75$, $0^{mm},80$, $1^{mm},20$) quand les filets des étamines n'ont, un peu au-dessous de l'anthère, qu'un court vaisseau long seulement de $0^{mm},10$ à $0^{mm},20$. Et pourtant les vaisseaux des filets staminaux arrivent au bas du tube corollin et au sommet de l'ovaire, bien avant ceux de la corolle, qui peuvent alors en être encore éloignés de 1^{mm} et plus. Dans les *Lactuca sativa, virosa, oleifêra*, les vaisseaux des étamines arrivent aussi les premiers au sommet de l'ovaire.

» Les premiers vaisseaux des branches stigmatiques des *Lactuca sativa, oleifera, virosa* apparaissent après ceux de la corolle et des filets staminaux, et parfois après le premier de l'ovaire du *L. perennis*, qui, exceptionnellement, peut être très précoce, plus précoce que ceux des étamines elles-mêmes. Les vaisseaux stigmatiques peuvent débuter dans des fleurs de hauteur variable, suivant les espèces, par un seul vaisseau dans la région supérieure de chaque branche du stigmate (*L. virosa*), ou dans la région moyenne, et quelquefois par deux fragments vasculaires superposés à quelque distance l'un de l'autre, lesquels s'unissent ensuite (*L. perennis, oleifera*).

» Plus tard, ces vaisseaux des deux branches stigmatiques des espèces citées, renforcés par de nombreuses cellules vasculaires, donnent lieu à un faisceau assez volumineux, atténué par en bas, qui descend dans le style. Dans quelques espèces (*L. virosa, perennis*, etc.) j'ai vu qu'il se fait, comme dans le Pissenlit, le *Tragopogon porrifolius*, le *Scorzonera hispanica*, etc., sous l'insertion du style, parfois même avant que les deux faisceaux longitudinaux de l'ovaire soient achevés par en haut (*L. virosa, oleifera*), deux courts vaisseaux courbes, libres par les deux bouts, à l'extrémité supérieure de chacun desquels vient ultérieurement s'unir le bout inférieur de chaque vaisseau ou fascicule qui descend dans le style, tandis que le bas de chacun de ces vaisseaux courbes va s'insérer près du haut du faisceau ovarien longitudinal du côté qui lui correspond. Cette base de chacun des fascicules du style, courbe et ascendante dans la jeu-

nesse, peut, à un âge plus avancé, devenir horizontale jusqu'au voisinage de l'axe de l'ovaire, et être composée d'une ou de deux rangées de cellules moins grêles que celles qui, au-dessus, relevées à angle droit, forment les vaisseaux du style. Dans le *L. sat. romana* j'ai vu quelquefois un faisceau du style s'insérer, non sur le faisseau ovarien du même côté, mais sur l'anneau vasculaire dont je vais parler, et même parfois en se bifurquant à la base.

» Sous des fleurs hautes de $1^{mm},40$ du *Lactuca perennis* et autres espèces, il y avait, dans le réceptacle, des faisceaux ramifiés, dont chaque ramule se prolongeait en cône effilé au-dessous de ces fleurs, avant qu'aucun vaisseau n'existât en elles. Ces faisceaux coniques, terminés par un seul vaisseau, peuvent arriver chacun sous un ovaire infère sans y entrer (*L. virosa*, *oleifera*, etc.) et s'il y pénètre, s'arrêter tout à fait à la base, ou bien y donner deux courts rameaux courbés en sens opposé, dans le plan qu'occuperont les deux seuls faisceaux longitudinaux de l'ovaire.

» Dans des ovaires plus avancés, ces deux jeunes faisceaux basilaires ou rameaux du pédicelle, faisant une fourche à très courtes branches inclinées à droite et à gauche, prennent, en se développant, des aspects divers : ou bien ces rameaux vasculaires basilaires montent chacun de son côté dans les parois de l'ovaire, en s'allongeant inégalement vite; près du haut de celui-ci, chacun se renfle en massue, et s'incline un peu vers le bord extérieur au-dessus du col de cet ovaire faiblement évasé; ou bien quand les deux rameaux ou vaisseaux commençant la fourche par en bas, sont très courts, bien loin du sommet de l'organe, par conséquent, les cellules vasculaires qui doivent constituer l'extrémité supérieure de chacun d'eux, prennent de l'avance, naissent et s'achèvent avant celles de la région moyenne. Celles-ci, se formant plus tard, relieront les deux extrémités d'abord isolées de chaque faisceau longitudinal. Quelquefois même, quand l'intervalle est considérable, la réunion est effectuée par un troisième fragment vasculaire bien conformé, d'abord libre par les deux bouts, qui s'interpose au fragment d'en haut et au fragment d'en bas. Cela peut se passer simultanément ou successivement dans les deux faisceaux longitudinaux de l'ovaire.

» Ailleurs, il arrive aussi que les deux faisceaux ovariens débutent avant qu'aucun vaisseau n'existe dans le pédicule. Alors il se fait dans chaque côté de certaines fleurs des *Lactuca perennis*, *virosa* et *oleifera*, vers le milieu de la hauteur de l'ovaire, un vaisseau courbé en sens inverse l'un de l'autre. Ces vaisseaux s'allongent par en haut et par en bas, uniformément ou par fragments.

» Quel que soit le début de ces deux faisceaux longitudinaux, quand ils sont arrivés en haut de l'ovaire, *et même quand l'un d'eux ou tous les deux sont encore incomplets dans leur région moyenne* (*L. sativa, oleifera*), on voit apparaître, près de leur extrémité supérieure, les éléments vasculaires striés ou ponctués de l'anneau horizontal qui doit couronner l'ovaire, lequel anneau est composé de petites cellules ovoïdes ou elliptiques, assez souvent un peu anguleuses.

» C'est sur cette couronne ou anneau vasculaire horizontal, qui relie les extrémités des deux faisceaux longitudinaux de l'ovaire, que viennent s'insérer, quand elle existe d'avance, d'abord les vaisseaux ou fascicules staminaux, ensuite seulement ceux de la corolle; mais les vaisseaux staminaux ne tardent pas à s'altérer, à se dilater longitudinalement, à se décomposer en anneaux, en fragments de spiricules, puis en globules à des places assez irrégulièrement réparties de bas en haut, et à disparaître quelquefois tout à fait dans certaines parties du tube de la corolle et dans les filets des étamines.

» Dans le *L. oleifera* la couronne vasculaire peut commencer dans des fleurs de 3^{mm} à $4^{mm},20$. Dans une de ces dernières, dont la moitié de la couronne était apparue, trois des plus longs vaisseaux staminaux s'arrêtaient à $0^{mm},25$, à $0^{mm},20$ et à $0^{mm},05$ au-dessus du sommet de l'ovaire. Cet anneau vasculaire était très avancé dans l'ovaire de certaines fleurs hautes de $2^{mm},65$ de *L. sativa* (dans un capitule habité par une larve); il était complet dans des fleurs de 4^{mm} à 5^{mm}. Dans le *L. perennis*, il peut n'être qu'à son début dans des fleurs de 6^{mm} à 7^{mm}, et aussi dans des fleurs de $5^{mm},50$ à $7^{mm},50$ du *L. virosa*.

» Pendant et *même parfois avant* que l'anneau vasculaire se développe, on voit les vaisseaux des filets staminaux descendre auprès du sommet de l'ovaire et même y pénétrer. Cela arrive dans des fleurs de taille diverse, suivant les espèces. Dans certaines fleurs de $2^{mm},90$ de *L. sativa*, les vaisseaux staminaux entraient dans le haut de l'ovaire, *alors qu'il n'existait encore aucun vaisseau dans celui-ci*, ou seulement *le court faisceau basilaire bifurqué partant du pédicelle*, et cela quand les vaisseaux de la corolle ne descendaient encore qu'auprès du sommet du tube corollin. Le *L. virosa* a donné aussi de nombreux exemples analogues de fleurs de 4^{mm} à 5^{mm}, dans lesquelles les vaisseaux des étamines descendaient jusqu'au sommet de l'ovaire, qui ne contenait absolument aucun vaisseau, par conséquent *aucune trace de la couronne, ni même des deux faisceaux longitudinaux* de cet ovaire; ou bien encore celui-ci ne contenait que le bout du faisceau conique, non encore bifurqué, montant du réceptacle dans le

pédicelle. Alors les vaisseaux de la corolle ne descendaient qu'au niveau de l'insertion des filets staminaux [1]. Dans d'autres fleurs de 5^{mm},50 du *L. virosa*, dont les vaisseaux des étamines arrivaient dans le sommet de l'ovaire, les vaisseaux ou fascicules longitudinaux de cet organe existaient, mais leurs bouts supérieurs étaient encore inachevés, n'étant pas encore renflés; il n'y avait de même aucune trace de la couronne; mais celle-ci était vue dans des fleurs de 5^{mm},75, 6^{mm}, 6^{mm},33, etc., et sur elle reposaient des vaisseaux de la corolle. Dans une fleur de 7^{mm},50, dont les vaisseaux staminaux avaient presque entièrement disparu, les vaisseaux de la corolle étaient posés aussi sur le haut des deux faisceaux de l'ovaire et sur la couronne encore jeune.

» En général, dans le tube de la corolle, les vaisseaux de celle-ci sont placés parallèlement à ceux des étamines et un peu en arrière (*L. perennis, sativa, virosa, oleifera, scariola, dregeana*). On suit aisément les uns et les autres de haut en bas du tube, quand les vaisseaux staminaux ne sont pas trop altérés; mais, à cause de cette altération, il est très difficile parfois de suivre ces derniers, et surtout d'apercevoir leur insertion sur la couronne.

» Chez les Laitues citées, certaines fleurs de la région centrale ont *leur corolle et leur ovaire* orientés *radialement*. C'est-à-dire que la lame pétaline s'ouvre longitudinalement sur la face interne, et que le plan suivant lequel sont placés les deux faisceaux longitudinaux de cet ovaire est radial aussi. Il en résulte que le faisceau fourchu antérieur du tube de la corolle va s'insérer sur le faisceau antérieur de l'ovaire. Au contraire, dans des fleurs de la périphérie, dont l'ovaire semble *avoir fait un demi-tour sur lui-même*, le plan des deux faisceaux de cet ovaire est *tangentiel* et *perpendiculaire au plan antéropostérieur du tube de la corolle*, qui reste radial. Dans ce cas, le faisceau fourchu antérieur du tube corollin s'insère *sur le milieu de l'arc antérieur* de l'anneau vasculaire qui couronne l'ovaire. Dans d'autres fleurs, l'ovaire semble n'avoir fait qu'*un quart de tour sur lui-même;* alors le faisceau fourchu antérieur du tube de la corolle s'insère sur l'anneau vasculaire dans une position symétrique correspondante.

» Après l'épanouissement des fleurs, pendant que le col rétréci de

---

(1) Dans des fleurs de 3^{mm} à 4^{mm} du *L. virosa*, les vaisseaux staminaux sont assez souvent trouvés composés de deux fragments : l'un plongé dans le filet staminal, l'autre placé au-dessous, dans le bas du tube de la corolle, près du sommet de l'ovaire.

l'ovaire s'allonge avec les deux faisceaux longitudinaux de celui-ci et soulève l'aigrette, il est produit, sur la face externe de ces deux faisceaux des *Lactuca,* un cordon de cellules fibroïdes, d'aspect libérien. Sur les deux larges côtés ou faces qui séparent les deux faisceaux de l'ovaire ou de l'akène, il naît plus tard, de bas en haut, des faisceaux libéroïdes saillants, sous lesquels il n'y a ordinairement pas de vaisseaux trachéens. Je n'en ai noté que deux fois dans la moitié inférieure du faisceau médian de ces grandes faces, dans des akènes de 9^{mm} et $9^{mm},50$ du *L. perennis.* Dans cette espèce, on ne voit souvent qu'un sillon fibroïde sur le milieu longitudinal d'une face, tandis que, sur l'autre face, on en trouve trois entre les deux cordons marginaux. Dans les *L. oleifera, virosa, sativa,* etc., on aperçoit fréquemment sept de ces sillons, et même parfois neuf, dans le *L. sativa.* Ces sillons sont d'inégale longueur. De plus petits, libres par les deux bouts ou anastomosés à un ou aux deux voisins, sont interposés aux plus grands, qui peuvent être unis par en haut et par en bas. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Des effets de la gelée et de la sécheresse sur les récoltes de cette année, et des moyens tentés pour combattre le mal.* Note de M. **Chambrelent.**

« Une partie notable du territoire agricole de la France a été frappée cette année par deux des fléaux qui nuisent le plus aux récoltes de la terre. Nous avons éprouvé, pendant les mois d'avril et de mai, des gelées printanières, pendant lesquelles la température est descendue à — 3°, et ensuite des sécheresses exceptionnelles, qui ont complètement arrêté le développement des plantes fourragères non arrosées.

» Les vignes ont eu beaucoup à souffrir des gelées; toutefois le mal a été combattu assez énergiquement, surtout dans le grand vignoble girondin, par des cultivateurs pratiques et éclairés, qui soignent d'autant plus leurs vignes qu'ils professent une sorte de culte pour les vins qu'ils en récoltent.

» Les efforts faits cette année pour combattre le mal ont eu des résultats variés. Plusieurs ont réussi; d'autres, au contraire, ont échoué. Il y a à tirer de l'étude des faits constatés, qui ont amené ces succès et ces insuccès, un enseignement utile, de nature à bien faire connaître pour l'avenir les meilleurs remèdes à employer contre le mal, et la meilleure manière de les employer. C'est cet enseignement que je demande à l'Académie la permission de faire ressortir en quelques mots.

» Les procédés par lesquels ont été combattus les effets des gelées de cette année sont ceux que notre regretté et vénéré maître Boussingault avait si bien signalés lui-même dans son grand Traité d'Économie rurale. C'est ce que nous appelons les *nuages artificiels*.

» Boussingault avait été frappé, dans le voyage si instructif pour nous qu'il avait fait en Amérique, des résultats qu'obtenaient les Indiens contre les gelées nocturnes, au moyen des nuages qu'ils produisaient en mettant le feu à des tas de paille humide, afin de produire beaucoup de vapeur d'eau au-dessus des récoltes à protéger.

» Toutes les causes, dit Boussingault, qui agitent l'air, qui troublent sa transparence, qui masquent ou rétrécissent le champ de l'hémisphère visible, nuisent au refroidissement nocturne. Un nuage comme un écran compense en tout ou en partie, selon sa température propre, la perte de chaleur qu'un corps terrestre eût éprouvée en rayonnant vers l'espace.

» Ce sont ces nuages qui ont été faits dans les nuits froides que nous avons éprouvées dans les mois d'avril et de mai.

» Plusieurs sont parvenus à arrêter le mal; beaucoup d'autres n'ont pu réussir. Il y a eu à cela plusieurs causes :

» Le froid ne s'est pas produit seulement par rayonnement, il y a eu un abaissement général de température qui aurait maintenu l'atmosphère au-dessous de zéro, même dans le rayonnement d'un temps serein.

» D'un autre côté, on a souvent employé pour les nuages des huiles minérales dont la combustion donne une fumée assez abondante, mais beaucoup moins efficace, pour agir comme écran, que la vapeur d'eau elle-même.

» Les nuages que l'on fait, comme dit Boussingault, en brûlant de la paille humide, des broussailles, des branches de pin que l'on arrose constamment avec de l'eau très divisée, présentent plusieurs avantages très marqués sur les autres.

» Ils agissent comme de véritables nuages naturels pour détruire tout rayonnement; ils produisent dans l'air, par la flamme des broussailles en combustion sur lesquelles tombe l'eau, une agitation considérable de l'atmosphère qui contribue sensiblement à empêcher les effets du refroidissement.

» Et enfin, un point qu'il ne faut pas négliger, c'est que cette grande quantité de vapeur d'eau, en se condensant peu à peu dans l'atmosphère, produit une certaine quantité de chaleur qui n'est pas moindre de 600^{Cal}

par kilogramme et qui diminue d'autant le refroidissement du milieu ambiant.

» Deux autres circonstances qui ont nui à l'effet des nuages dans un certain nombre de vignobles, c'est que dans la nuit du 21 avril, qui a été la nuit néfaste, le froid a commencé à se faire sentir de très bonne heure et le matin, au lever du soleil, le ciel était d'une pureté parfaite et laissait arriver sur la plante, encore prise par le froid, les rayons solaires déjà assez chauds à cette époque de l'année. Beaucoup de propriétaires ont commencé leurs nuages trop tard de deux à trois heures, et ils ont eu surtout le tort de les cesser trop tôt. Il est, en effet, un point important qu'il ne faut pas perdre de vue : après la gelée de la nuit, c'est surtout par la brusque élévation de température que produit le soleil, qu'un prompt dégel amène la désorganisation des tissus de la plante, et produit ainsi le plus grand mal.

» Nous en avons eu, cette année, un exemple frappant dans une des communes principales du Médoc où les feux avaient été le mieux faits.

» Dans la commune d'Avensan, où les propriétaires s'étaient syndiqués et avaient fait des nuages dans de bonnes conditions, on avait cessé les feux à 7^h. Voici comment l'un des propriétaires a rendu compte de l'opération :

» Nos nuages artificiels avaient été admirablement produits, quand le soleil a paru ; pas un rayon n'a pu d'abord les pénétrer et jusqu'à près de 8^h nous avons conservé la plus grande espérance.

» La glace fondait lentement; les boutons et les pousses étaient verts et roses tant que les nuages ont conservé leur intensité.

» Mais, bientôt après la disparition des nuages, le soleil brillant de tout son éclat avait tout brûlé; pas un bouton qui ne fût flétri et noirci; nous aurions été préservés si nous avions fait de nouveaux feux à 7^h.

» Le même propriétaire ajoute qu'en 1890, après une nuit de gelée, le soleil ne parut qu'à $9^h 30^m$ par suite de l'état nuageux de l'atmosphère et que ce jour-là la vigne ne fut pas atteinte.

» Une autre constatation, non moins significative et très péremptoire, a été faite cette année d'une manière remarquable, dans la matinée du 21 avril. Toutes les vignes qui se trouvaient naturellement préservées du soleil levant par des murs ou tous autres abris qui les garantissaient contre les premiers rayons solaires ont été bien moins frappées que celles qui ont été exposées immédiatement à ces rayons dès le lever du soleil.

» La confection de ces feux, qu'il est nécessaire de commencer quel-

quefois de bonne heure et qu'il faut prolonger assez avant dans la matinée, exige une certaine dépense qui vient s'ajouter aux autres charges qui pèsent déjà si lourdement sur la vigne, où nous avons tant de fléaux à combattre. Mais cette dépense n'est pas considérable pour ceux qui ont pris leurs mesures à l'avance, et, si l'on remarque qu'une gelée non combattue peut détruire non seulement la totalité de la récolte de l'année, mais compromettre aussi celle des récoltes suivantes, on comprend combien il importe de ne pas hésiter à la faire.

» Ces dépenses se sont élevées, dans un de nos vignobles préservés, à $17^{fr},50$ par hectare. Il faut en tenir compte, car toute dépense doit se compter en agriculture, mais les résultats qu'on en obtient sont tels qu'on ne saurait hésiter à la faire, quand il le faut.

» Nous avons dit combien le mouvement de l'air était une des causes qui tendaient à diminuer les funestes effets de la gelée; nous avons à citer aujourd'hui, à cet égard, un exemple des plus remarquables et on peut dire des plus heureux, qui s'est produit sur une assez grande échelle.

» Pendant que les vignes du département du Gard et celles situées au nord de la chaîne des Alpines, dans les Bouches-du-Rhône, étaient fortement atteintes par la gelée, la vaste contrée attenante, la Camargue, endiguée et desséchée, était préservée sur toute son étendue, par suite d'un vent du sud venant de la mer et qui a soufflé sur la contrée pendant tout le temps que duraient les gelées.

» Un des grands propriétaires de la Camargue, M. Reich, nous écrit :

» Les vignobles de la Camargue proprement dits n'ont pas souffert des gelées de la fin d'avril et du commencement de mai; il y a bien eu par ci par là quelques sarments qui ont été touchés, mais le mal est absolument inappréciable. Il n'en est pas de même des vignobles au nord et à l'est de la chaîne des Alpines; dans certaines propriétés la perte se chiffre par la moitié ou le tiers de la récolte.

» Nos vignes de la Camargue sont superbes cette année, ajoute M. Reich, et nous promettent une fort belle récolte.

» En résumé, il résulte des faits qui précèdent qu'on peut préserver les vignes de la gelée par des nuages de vapeur d'eau abondamment produits, qui présentent les avantages que nous venons de signaler, à condition de les commencer la nuit avant que la température soit descendue au-dessous de zéro, et à condition surtout de les maintenir assez longtemps après le lever du soleil, pour atténuer le plus possible l'effet d'un changement de température trop brusque.

» Le mal causé aux prairies n'a pas été moindre que celui éprouvé par la vigne. Il a, en outre, été considérablement aggravé par la sécheresse qui a suivi la gelée et qui, en empêchant l'herbe de repousser, a privé en quelque sorte de toute récolte les terrains où le sol ne peut compter que sur l'eau de pluie, pour les besoins de la végétation. Les terrains irrigués ont, au contraire, donné d'abondants produits qui pourront seuls compenser les pertes énormes de fourrage éprouvées cette année en France.

» Jamais les immenses bienfaits des canaux d'irrigation ne se seront plus fait sentir que pendant la disette que nous avons à subir cette année dans les terrains non arrosés.

» Les premières coupes faites en prés dans les prairies irriguées de la Camargue, nous ont donné 5000^{kg} de foin sec, nous écrivent les propriétaires, et la deuxième coupe s'annonce aussi bien.

» Dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1888, nous avions constaté, d'après les statistiques officielles du Ministère de l'Agriculture, que, de 1860 à 1880, la surface des prairies irriguées avait augmenté de 552000^{ha} et avait donné une augmentation de rendement de cultures fourragères de 176 millions de quintaux par an.

» Ces irrigations, étendues sur 550000^{ha}, n'avaient exigé d'ailleurs que l'emploi de 550^{mc} d'eau, et il en restait encore 7000^{mc} pouvant arroser de bien plus vastes surfaces.

» Depuis dix ans, aucun nouveau canal d'irrigation n'a été entrepris et rien n'indique qu'on doive en entreprendre prochainement de nouveaux. La grande masse d'eau disponible reste inutilisée, souvent nuisible, pendant que les prairies souffrent tant d'une sécheresse qui réduit souvent à rien les produits que le cultivateur pourrait en retirer.

» Tels sont les résultats dont j'ai cru devoir rendre compte à l'Académie. Ils prouvent combien, avec des soins vigilants et bien entendus, on peut combattre les maux qui frappent le plus notre agriculture; combien cette agriculture a à gagner des bienfaits de l'irrigation qui pourraient encore être étendus si facilement sur une si grande surface du pays, et combien, enfin, on peut obtenir, même dans les terres jadis les plus incultes, de grands résultats, si nécessaires pour augmenter la fortune agricole de la France. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoylcyanocamphres et les éthers benzène-azocamphocarboniques;* par M. A. **Haller.**

« Dans nos Communications respectives sur les alcoylcyanocamphres [1] et les éthers camphocarboniques alcoylés [2], nous avons attribué à ces corps, M. Minguin et moi, les formules de constitution

$$C^8H^{14}\Big\langle \begin{array}{l} \diagup R \\ C{-}CAz \\ | \\ CO \end{array}, \qquad C^8H^{14}\Big\langle \begin{array}{l} \diagup R \\ C{-}CO^2R' \\ | \\ CO \end{array},$$

par analogie avec les dérivés substitués des éthers acéto-acétique et benzoylacétique.

» Si les recherches de M. Minguin ont justifié cette manière de voir quant aux éthers camphocarboniques substitués, celles que nous avons entreprises avec les camphres cyano-alcoylés démontrent au contraire qu'il faut attribuer à ces corps une autre formule.

» Comme on le verra plus loin [3], le méthylcamphocarbonate de méthyle ainsi que le camphre méthylé, chauffés avec de l'acide chlorhydrique, ne se décomposent pas, même quand on porte le mélange à une température de 150°.

» Les camphres cyano-alcoylés, au contraire, soumis à l'action de l'acide chlorhydrique, se décomposent, pour la plupart déjà à froid, en camphre cyané et éthers chlorhydriques

$$C^{10}H^{14}.CAz.R.O + HCl = C^{10}H^{15}.CAz.O + RCl.$$

» Les camphres cyanométhylé ou cyanoéthylé agités, pendant dix minutes environ, avec de l'acide chlorhydrique, prennent d'abord un état pâteux, puis se solidifient complètement. Il y a en même temps un dégagement gazeux.

» On a recueilli les produits de dédoublement du dérivé éthylé et obtenu, d'une part, du chlorure d'éthyle qui brûlait avec une flamme bordée de vert et, d'autre part, du camphre cyané, possédant le même point de fusion

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 55.

(2) J. Minguin, *Comptes rendus,* t. CXII, p. 1370.

(3) Voir, p. 120, la Note de M. Minguin.

128° et le même pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = +34°,4$ que le camphre cyané pur.

» Si, au lieu d'opérer à froid, on chauffe le mélange, il se produit de l'acide camphocarbonique qui peut se décomposer, à son tour, en camphre et acide carbonique.

» Ces camphres cyano-alcoylés subissent le même dédoublement au sein de l'alcool saturé d'acide chlorhydrique. Il se dépose d'abord du camphre cyané, et, si l'on abandonne le mélange à lui-même, le précipité se redissout peu à peu et est finalement converti en éther camphocarbonique et chlorhydrate d'ammoniaque.

» L'acide sulfurique transforme ces dérivés, encore plus rapidement que l'acide chlorhydrique, en camphre cyané et probablement en éthers sulfuriques acides.

» Ce dédoublement des alcoylcyanocamphres nous oblige, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, à adopter pour ces corps une autre formule de constitution que celle admise primitivement. Nous ne connaissons, en effet, aucun exemple de corps substitué dans lequel les radicaux alcoyles, unis directement au carbone, soient déplacés par les acides. Il faut donc attribuer à nos dérivés l'une ou l'autre des formules

$$\text{I. } C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C{=}CAzR \\ | \\ CH \end{matrix}\right. , \qquad \text{II. } C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C{-}CAz \\ \| \\ COR \end{matrix}\right.$$

et admettre pour le camphre cyané les formules correspondantes. Mais ce corps, mis en présence de phénylcarboïmide, ne s'y combine pas; il ne peut donc renfermer ni groupe OH ni groupe AzH. Nous pourrions aussi considérer ces réactions de transposition comme appartenant au groupe de phénomènes compris sous le nom de *tautomérie*.

» Les idées ingénieuses nouvellement émises par M. Schützenberger [1] nous paraissent mieux rendre compte de la formation de ces dérivés alcoylés en partant du camphre cyané.

» Si nous représentons ce corps par un schéma analogue à celui adopté par M. Schützenberger pour l'éther cyanacétique, et où nous supposerons de même des valences fractionnées :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C{-}CAz \\ |\diagdown\ | \\ CO{-}Ha \end{matrix}\right. ,$$

(1) *Loc. cit.*

nous pouvons concevoir qu'en substituant un radical alcoyle à l'hydrogène *a*, ce radical se rangera du côté du groupe CAz ou CO pour lequel il aura le plus d'affinité, et l'ensemble de la molécule prendra l'une des formes I et II signalées plus haut. L'expérience seule pourra maintenant déterminer laquelle de ces deux formules rendra le mieux compte des faits qu'on observera.

» *Éthers benzène-azocamphocarboniques.* — Les recherches de M. Minguin [1] ont montré que les éthers camphocarboniques sont susceptibles d'échanger de l'hydrogène contre du sodium, et partant contre des radicaux.

» Ces éthers ne renfermant qu'un groupe méthine CH compris entre des radicaux négatifs, il était intéressant de s'assurer si, à l'égard des chlorures diazoïques, ils se comportent comme les éthers acéto-acétiques monosubstitués $CH^3.CO.\overset{\diagup R}{CH}-CO^2R'$, ou s'il se forme de véritables dérivés azoïques, analogues à ceux préparés par nous en partant des éthers cyanacétiques [2].

» L'expérience a montré qu'il se forme réellement des composés azoïques suivant l'équation

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CNa, CO^2R \\ | \\ CO \end{matrix}\right. + C^6H^5Az^2Cl = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C\left\langle\begin{matrix} Az^2C^6H^5 \\ CO^2R \end{matrix}\right. \\ | \\ CO \end{matrix}\right. + NaCl.$$

» Dans une Note publiée plus loin, M. Minguin montre que le camphre cyané se comporte de la même manière.

» *Benzène-azocamphocarbonate de méthyle* $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C\left\langle\begin{matrix} Az^2C^6H^5 \\ CO^2CH^3 \end{matrix}\right. \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$. — A $14^{gr},4$ de camphocarbonate de méthyle, on ajoute $2^{gr},3$ de sodium dissous dans 30^{gr} d'alcool méthylique anhydre. La solution refroidie est ensuite introduite dans une liqueur renfermant $\frac{1}{10}$ de molécule de chlorure de diazobenzène maintenu à 0° par l'addition de glace. Il se forme un précipité visqueux, adhérent aux parois, qu'on recueille et qu'on dissout dans l'éther. La solution fournit par évaporation un liquide d'un jaune foncé, épais, qui, peu à peu, se met à cristalliser. On essore les cristaux et l'on purifie le produit par des cristallisations successives dans l'alcool.

---

(1) *Revue générale des Sciences*, n° 11, 15 juin 1892.
(2) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1171.

» Cet éther se présente sous la forme de beaux cristaux jaunes, brillants, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le toluène, moins soluble dans l'éther de pétrole, insoluble dans les alcalis. Il fond à 78°.

» Bouilli avec de la potasse alcoolique, il donne naissance à un acide jaune qui cristallise d'une façon indistincte et qu'il est très difficile d'obtenir à l'état pur.

» L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique le convertissent en un produit résineux incristallisable.

» *Le benzène-azocamphocarbonate d'éthyle* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}A^2C^6H^5\\CO^2C^2H^5\end{array}\right.\\ | \\ CO\end{array}\right.$ a été préparé comme son homologue inférieur. Il fond à 65°,5 et se comporte à l'égard des différents réactifs comme le dérivé méthylé.

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ces corps, et de chercher quelle est la nature et la composition qu'on obtient quand on les soumet à l'action des alcalis. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le* Libytherium maurusium, *grand Ruminant du terrain pliocène plaisancien d'Algérie*. Note de M. **A. Pomel**.

« Aux environs d'Oran, le terrain pliocène le plus inférieur est formé d'assises très dures de grès coquillier, exploitées pour moellons et pierres de taille; ces grès sont en discordance avec les marnes et calcaires sahéliens, très développés dans la région. Leur origine est marine et l'on y a recueilli de nombreuses dents de Poissons, surtout de Squales et de Sargues, et observé des ossements de Cétacés balénoïdes, jusqu'à présent indéterminables. Les ossements d'autres Mammifères y sont très rares et se réduisent à quelques débris d'Équidés, indéterminés jusqu'à présent; leur présence atteste le voisinage de l'ancien rivage et permet d'espérer d'autres matériaux plus instructifs. C'est une découverte récente qui me permet de signaler un nouvel animal de l'ordre des Ruminants, égalant l'*Helladotherium* en dimensions et ayant avec lui des affinités manifestes, mais présentant aussi des différences qui ne permettent pas de les confondre. Je dois à l'obligeance de M. Brunie, agent voyer chef du département d'Oran, une mandibule droite de cet animal, malheureusement un peu mutilée dans sa partie postérieure; elle provient de sa carrière sise au quartier Saint-Charles.

» La longueur de cette mandibule, du bord postérieur de l'arrière-molaire à la partie postérieure de la symphyse est de $0^m,3$. En arrière et à $0^m,05$ de cette symphyse, qui n'est point soudée, mais simplement engrainée avec sa voisine, la hauteur de la branche horizontale est de $0^m,05$; sous le milieu de la deuxième arrière-molaire, elle a de $0^m,06$ à $0^m,07$, suivant la face considérée; la partie incisive est brisée. Ces dimensions indiquent une certaine gracilité dans le museau.

» On trouve, en séries et bien conservées, les trois arrière-molaires, la dernière prémolaire et un fragment de la pénultième prémolaire; leur fût robuste, médiocrement prismatique et court, rappelle la dentition des Girafes et des Cerfs, bien plus que celle des Antilopes. Voici les dimensions de ces dents :

	Longueur.	Largeur.
	m	m
Dernière arrière-molaire.........	0,055	0,027
Pénultième molaire.............	0,042	0,029
Antépénultième molaire.........	0,640	0,028
Dernière prémolaire.............	0,030	0,023
Pénultième prémolaire..........	0,020 ?	0,012

» Dans l'Helladotherium, l'antépénultième molaire est longue de $0^m,043$ et large de $0^m,028$. Dans notre fossile, cette dent paraît un peu plus courte, mais cela tient à ce que les surfaces de contact avec les dents voisines y sont fortement usées. On peut admettre que primitivement ces dents devaient être d'égales dimensions, et comme ces dimensions surpassent beaucoup celles des Girafes et de leurs congénères connues, elles ne laissent de comparaison possible qu'avec le fossile de Pikermy décrit par M. Gaudry.

» Les deux cylindres des arrière-molaires sont épais, serrés par paires de manière à constituer des dents massives. La table interne en est assez fortement ondulée, un peu déprimée verticalement au milieu entre deux surfaces un peu convexes, terminée au bord antérieur par un pli en colonnette, accroissant sa saillie, et au bord postérieur par un semblable pli moins accusé. Les lobes internes sont assez convexes et obliques en arrière, sans bourrelet basilaire distinct, mais portant entre eux une pointe robuste, simple, libre à son sommet et encastrée à sa base dans l'entrée du pli profond qui sépare les lobes. Un léger pli, remontant un peu en écharpe au bord antérieur, s'observe aux deux premières molaires, mais manque à la dernière, dont la pointe interlobaire est plus petite et plus encastrée. Le talon de cette dernière est épais et mesure $0^m,15$ de longueur,

les autres lobes ayant $0^m,020$. L'émail de toutes ces dents est finement et fortement rugueux-vermiculé.

» La dernière avant-molaire est encore une dent assez volumineuse, mais relativement moins que dans les Girafes. Sa couronne se divise en une lame extérieure, peu ondulée, qui se prolonge en un lobe antérieur externe biplissé et produisant de son sommet un troisième lobe robuste, étendu jusqu'au bord postérieur du côté intérieur; l'échancrure, entre ces deux lobes, porte une pointe semblable aux interlobaires externes.

» La pénultième prémolaire est connue seulement par sa moitié postérieure, indiquant seulement une dent subitement très réduite en épaisseur et en longueur, semblant indiquer une tendance vers le faciès camélien. La détrition a usé la couronne de manière à faire disparaître les plis et lobules, s'il y en a eu. Les faces latérales du talon sont un peu ondulées et sa racine est relativement très grêle. Ce faciès camélien n'est, du reste, confirmé par aucune autre particularité destructive; les chameaux n'ont que la dernière prémolaire bien développée et elle reste plus simple, plus étroite; la table interne des arrière-molaires plus mince, plus plane; la symphyse longuement soudée, etc.

» L'Helladotherium est certainement le plus proche parent du fossile oranais, mais ses dents me paraissent moins massives, à fût moins raccourci, à table extérieure plus uniforme, dépourvues de pointes interlobaires extérieures et son appareil dentaire ne présente pas la singulière réduction de la partie prémolaire. Il me semble difficile de confondre ces deux types; mais il est regrettable que nous n'ayons aucune autre partie du squelette pour confirmer cette distinction. L'Helladotherium est un type plus ancien que le Libytherium, ce dernier, ayant vécu à l'époque plaisancienne, en Algérie; il est fâcheux que nous n'ayons pas plus de renseignements sur l'évolution de ce type et ses relations avec les Girafiens de Grèce et de l'Europe méridionale, et les Girafes actuelles du continent africain.

» J'ai pensé que la désignation systématique de ce genre pouvait être calquée sur celle de plusieurs fossiles apparentés, du moins par leur grande taille, et aux Sivatherium, Bramatherium, Helladothérium, le Libytherium viendra naturellement s'associer par sa désinence. »

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie de la première Partie du troisième Volume de son *Traité d'Optique*.

« Ce fascicule de trois cent cinquante pages renferme l'étude de la polarisation par diffraction ou diffusion, la propagation de la lumière dans le vide et dans les milieux pondérables, les modifications que le mouvement des corps apporte dans les phénomènes observés, les principes de la Photométrie et ses applications à la pratique ou à l'Astronomie, enfin les réfractions atmosphériques et le mirage. Sur la plupart de ces questions les travaux de notre illustre confrère M. Fizeau font autorité et j'ai tâché de leur donner la place qui leur est réservée dans l'histoire de la Science. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Adams*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 33,

M. Perrotin obtient	27	suffrages.
M. Gruey »	4	»
M. Souillard »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Perrotin**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Commission chargée de la vérification des comptes, en remplacement de feu M. *Mouchez*.

M. **Chambrelent** obtient la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique**, en exécution de l'article 9 du décret du 21 février 1878, invite l'Académie à dresser une liste de deux

candidats, pour les fonctions actuellement vacantes de Directeur de l'Observatoire de Paris.

(Renvoi aux Sections de Sciences mathématiques, auxquelles s'adjoindra le Secrétaire perpétuel de cet ordre.)

M. A. Auwers, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. G. Rayet, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remerciements à l'Académie.

MÉCANIQUE. — *Mesure de l'intensité absolue de la pesanteur à Breteuil (Bureau international des Poids et Mesures)*. Note de M. G. **Defforges**.

« La mesure de l'intensité absolue de la pesanteur à Breteuil a été entreprise en 1888, sur la demande du Comité international des Poids et Mesures, présentée au Ministre de la Guerre par M. J. Bertrand, membre français du Comité. On a choisi comme lieu d'observation, à cause de sa température très constante, la salle du comparateur universel, lequel a servi à la mesure de la longueur des pendules.

» L'heure a été gracieusement fournie par l'Observatoire de Paris. Une bonne horloge de Breguet, établie à l'Observatoire, synchronisait à distance, à l'aide du dispositif de M. Cornu, une seconde horloge établie au Bureau international. Pendant la période de deux mois employée au travail, le synchronisme a été aussi parfait que possible. L'Administration des Télégraphes avait bien voulu, pour la circonstance, mettre pendant toute la durée des observations un fil spécial à la disposition de l'observateur.

» Les mesures de la pesanteur ont été exécutées à l'aide des deux pendules construits par MM. Brunner frères, pour le Service géographique de l'armée, sur mes indications. Ils sont décrits aux *Comptes rendus* (t. CVI, p. 126, 129). Ces pendules, du modèle réversible, sont de même poids, de forme symétrique par rapport à leur centre de figure, et oscillent sur les mêmes couteaux et le même support. Ils ont 1^m et $0^m,5$ de distance entre les arêtes des couteaux. Ils éliminent, par la réversion, l'erreur de la position du centre d'oscillation; par la symétrie de la forme, l'effet total

du milieu ambiant; par l'égalité de leur poids, l'influence totale de la courbure des couteaux (glissement compris) et du déplacement du support.

» Les observations ont été faites, en ce qui concerne la détermination de la durée d'oscillation, dans le vide et dans l'air successivement. Chacune des séries dans le vide a embrassé un espace de douze à vingt-quatre heures. L'une d'elles a pu être prolongée plus de cinquante heures.

» La réduction au vide a été calculée à l'aide de formules du type

$$dT = A\frac{H\left(1-\frac{3}{8}\frac{f}{760}\right)}{1+0,00367\,t} + B\sqrt{H\left(1-\frac{3}{8}\frac{f}{760}\right)},$$

où A et B sont des coefficients déterminés par l'expérience et H représente la pression du milieu dans lequel oscille le pendule.

» L'étude du décroissement de l'amplitude a montré qu'il est de la forme

$$-\frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{h}\left(f\rho_\alpha + b\sqrt{H}\,\alpha + cH\alpha^2\right),$$

où h est la distance du centre de gravité à l'arête du couteau, f le coefficient de frottement (agate sur agate), ρ_α le rayon de courbure moyen du couteau, b et c sont des coefficients numériques.

» En posant

$$r = b\sqrt{H}, \qquad s = cH.$$

La réduction à l'arc infiniment petit s'effectue à l'aide des formules suivantes :

» Dans le vide

$$\frac{1}{T}\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}\alpha^2\,dt = \frac{h}{2rT}(\alpha_0-\alpha_1)\left(\alpha_0+\alpha_1-\frac{2f\rho_\alpha}{r}\right)+\frac{(f\rho_\alpha)^2}{r^2}.$$

» Dans l'air

$$\frac{1}{T}\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}\alpha^2\,dt = \frac{r}{s}\,\frac{\alpha_0-\alpha_1}{\log\left(\frac{1}{\alpha_1}+\frac{s}{r}\right)-\log\left(\frac{1}{\alpha_0}+\frac{s}{r}\right)} - \frac{r^2}{s^2},$$

en laissant de côté les quantités négligeables.

» L'accord des observations dans l'air et dans le vide n'a rien laissé à

désirer. On a trouvé

			Longueur à 10°.
Pendule long	dans le vide à 10°	$\tau = 1^s,0043708$	$\lambda = 1^m,0025999$
	dans l'air à 10°	$\tau = 1,0043705$	
Pendule court	dans le vide à 10°	$\tau' = 0,7098878$	$\lambda' = 0,5008325$
	dans l'air à 10°	$\tau' = 0,7098865$	

» La longueur du pendule à secondes est donnée par la formule

$$L = \frac{g}{\pi^2} = \frac{\lambda - \lambda'}{\tau^2 - \tau'^2}.$$

» Avec les nombres ci-dessus, on obtient

$$L = 0^m,993952,$$
$$g = 9^m,80991.$$

» Les coordonnées du lieu d'observation sont :

Longitude ouest de Paris	$0^G,131$
Latitude nord	$54^G,260$
Altitude	$70^m,4$

» Les mesures de la longueur ont été exécutées en collaboration avec M. R. Benoît, Directeur actuel du Bureau international. M. le capitaine Lubanski m'a assisté dans les mesures de la durée d'oscillation. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographies de la chromosphère, des protubérances et des facules solaires, à l'Observatoire d'Astronomie physique de Kenwood-Chicago.* Note de M. E. HALE.

« J'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie quelques résultats obtenus, à l'aide de la Photographie, sur le spectre ultra-violet des protubérances. Ils font partie des recherches dont je m'occupe depuis bientôt trois ans sur les divers phénomènes solaires.

» En 1889, j'ai imaginé deux appareils spéciaux pour photographier la chromosphère, les protubérances et les facules; j'en avais fait construire un pour mes expériences de l'hiver 1889-1890; mais ces premières tentatives n'ont pas donné le résultat désiré[1]. C'est seulement en avril 1891 que

[1] Voir *Astronomische Nachrichten*, n° 3006.

j'ai pu obtenir de bonnes photographies des protubérances, avec de meilleurs appareils, à l'Observatoire de Kenwood-Chicago. Depuis lors, j'ai continué mes recherches, et je prends la liberté de soumettre à l'Académie, avec la présente Note, quelques épreuves des résultats que j'ai obtenus.

» La méthode que j'emploie dans mon *spectrohéliographe* (instrument pour photographier la chromosphère, les protubérances, les facules et les taches) est fondée sur ce fait, découvert par moi en avril 1891, que les raies H et K du calcium sont plus brillantes que les raies de l'hydrogène dans chaque protubérance solaire. Les fonds sombres sur lesquels se projettent ces deux raies brillantes m'ont permis, en mai 1891, de photographier les formes des protubérances dans ces raies avec une simple fente élargie ([1]). Mais cette méthode n'est pas d'une très grande utilité, parce qu'il n'est pas possible de photographier ainsi toute la chromosphère d'un seul coup. Dans le spectrohéliographe, cette difficulté est complètement supprimée et la chromosphère est facilement photographiée sur tout le pourtour solaire en quelques secondes ([2]).

» Jusqu'ici les observations directes ou les procédés photographiques ordinairement en usage n'avaient donné aucune trace de facules dans la plus grande partie du disque solaire; elles ne sont visibles que près du bord. En décembre 1891, j'ai découvert que les raies H et K sont plus brillantes dans les facules que dans les protubérances, et le 12 janvier j'ai réussi à photographier les facules de toutes les parties du disque solaire, avec l'instrument même qui est employé pour les protubérances, mais dans un temps de pose plus court ([3]).

» Les parties essentielles du spectrohéliographe ([4]) sont deux fentes mobiles, dont l'une est dans le plan focal du collimateur d'un grand spectroscope à réseau ([5]) et l'autre un peu en avant du plan focal (pour la raie K) du télescope appartenant à ce spectroscope. La plaque sensible est en dehors de la seconde de ces deux fentes, dans le plan focal pour la raie K.

([1]) Une photographie ainsi faite est envoyée à l'Académie.

([2]) La première photographie, montrant la chromosphère entière (en dehors d'une éclipse totale), a été obtenue en février 1892.

([3]) Les photographies prises avec le spectrohéliographe montrent aussi les taches.

([4]) Deux photographies de cet instrument sont envoyées à l'Académie.

([5]) Et naturellement aussi dans le plan focal pour la raie K du télescope équatorial (12 pouces) auquel le spectrohéliographe est attaché.

» Pour faire une photographie de la chromosphère, on tourne le réseau jusqu'à ce que la raie K dans le quatrième spectre passe à travers la fente, et tombe sur la couche sensible. Les fentes sont mues par un appareil hydraulique, de telle façon que la raie K reste toujours exactement au milieu de la deuxième fente. La lumière directe du disque solaire est exclue par un diaphragme (concentrique avec l'axe du collimateur) qui couvre le disque jusqu'à la base de la chromosphère. L'image solaire est maintenue dans la même position par le mouvement d'horlogerie de l'équatorial, pendant que les fentes se meuvent à travers le disque. En employant le procédé ordinaire de développement, on trouve sur la plaque une image fidèle de la chromosphère, comme le montre la photographie que j'adresse à l'Académie ([1]).

» Pour photographier les facules, les taches et même les protubérances (quand celles-ci ont un assez grand éclat) sur le disque, je procède exactement comme auparavant, excepté que j'accélère le mouvement des fentes, et je ne fais pas usage du diaphragme. Naturellement, on ne voit pas la chromosphère sur ces plaques, parce que le temps de pose est trop court ([2]).

» J'ai fait tout récemment des photographies sur lesquelles les facules et les taches sont visibles en même temps que la chromosphère et les protubérances. Le procédé est très simple : après que la fente a passé à travers le disque, en faisant une photographie de la chromosphère comme il a été dit, on éloigne le diaphragme, et on fait passer la fente à travers le disque en sens inverse, et d'un mouvement plus rapide : c'est à quoi l'on parvient sans peine, à l'aide des robinets de l'appareil hydraulique.

» Ces photographies, que nous faisons à l'Observatoire de Kenwood chaque fois que l'état du ciel le permet, rendront possible la résolution d'un grand nombre de questions : par exemple, la relation qui existe entre les protubérances, les taches et les facules; la durée de la rotation du Soleil, déterminée par l'observation des facules; la validité de la loi de

---

([1]) Dans cette photographie, le diaphragme n'était pas exactement concentrique à l'image solaire. Sur la plaque originale, cependant, on peut voir la chromosphère fidèlement représentée sur tout le pourtour du disque.

([2]) Sur les plaques originales, les facules sont aussi bien visibles près du bord que dans les parties centrales du disque solaire, et la circonférence du disque est nette et bien tranchée. Cependant, avec le procédé de reproduction employé, il n'a pas été possible de faire paraître ces détails dans l'épreuve, et les bords paraissent trop foncés.

M. Marchand sur la cause des perturbations magnétiques terrestres, etc.; questions restées incertaines jusqu'ici, en raison de l'impossibilité de bien étudier les facules. »

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul pratique de la dimension des orifices d'écoulement de la vapeur d'eau saturée dans l'atmosphère, en régime constant et en régime varié; application aux soupapes de sûreté.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Léauté.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le calcul pratique de certaines dimensions relatives à l'écoulement, en régime constant ou varié, de la vapeur d'eau saturée à hautes pressions, dans l'atmosphère.

» 1° *Régime constant. Soupapes de sûreté.* — Dans ma Note du 27 juillet 1891 (¹), j'ai assigné au débit en volume des gaz la formule pratique

$$(1) \qquad W = m\omega\sqrt{\frac{2ga}{\varpi_0}}\sqrt{p_0 - p_1 - \frac{m}{2ap_0}(p_0-p_1)^2},$$

où p_0 et p_1 sont les pressions amont et aval, ϖ_0 le poids spécifique, enfin a un coefficient thermique voisin de 0,5 pour tous les gaz. Quand la contre-pression p_1 décroît, le débit en volume tend à se régulariser pour une valeur de la perte de charge qui annule sa dérivée et prend une valeur maxima, représentant le débit dans l'atmosphère des gaz fortement comprimés

$$(2) \qquad W_M = a\sqrt{m}\,\omega\sqrt{\frac{2gp_0}{\varpi_0}}.$$

» J'ai essayé de prouver, ici même (²), que la régularisation du débit des gaz parfaits était due non pas à une limitation de la vitesse possible de leurs molécules, mais à une véritable rupture de la veine. Cette manifestation de la *solidité* des gaz ne les empêche cependant pas d'éprouver, dans les forts débits, un refroidissement capable de les liquéfier, s'il se prolongeait (³). Il n'y a donc pas une démarcation tranchée entre les gaz et les vapeurs, et il paraît légitime d'admettre que ces dernières éprouvent éga-

(¹) *Comptes rendus*, 27 juillet 1891, t. CXIII, p. 184.
(²) *Ibid.*, 19 octobre 1891, t. CXIII, p. 493.
(³) *Ibid.*, 7 décembre, t. CXIII, p. 790.

lement la régularisation de leur débit. La formule (2) s'applique, dès lors, à l'écoulement de la vapeur d'eau saturée à hautes pressions dans l'atmosphère, et permet de calculer avec une sécurité suffisante la surface ω d'une soupape de sûreté. J'observerai même que, dans la pratique, le poids spécifique ϖ_0 de la vapeur d'eau saturée croît proportionnellement à sa tension p_0, le rapport de ces deux grandeurs est sensiblement constant; la formule (2) simplifiée se traduit par cet énoncé : Le volume de vapeur saturée débité à l'air libre par un orifice déterminé, évalué à la pression amont, est sensiblement constant et indépendant de cette pression.

» 2° *Régime variable. Dimensions d'une soupape permettant l'évacuation de la vapeur admise dans un cylindre de locomotive, à contre-marche, à contre-vapeur. Le cylindre est rempli, dès l'origine de la course, de vapeur à la pression donnée de la chaudière* (8^{atm} *effectifs*), *et l'on désire que la contre-pression atteigne, sans la dépasser, une limite également donnée* (10^{atm}). *On suppose connues les dimensions du mécanisme et la vitesse du train.*

» Le débit de la soupape est donné par la formule (2), à laquelle nous pouvons même appliquer sans grave erreur le bénéfice de la simplification ci-dessus,

$$dW = k\omega\, dt; \tag{3}$$

d'autre part, nous connaissons en fonction du temps le mouvement x du piston dont la surface est Ω et la course A,

$$x = \varphi(t), \tag{4}$$

$$dx = \varphi'(t)\, dt. \tag{5}$$

Le coefficient de chaleur spécifique de la vapeur d'eau saturée est négatif; la compression fournirait donc un excès de chaleur et une surchauffe, si le refroidissement des parois n'établissait une compensation que nous supposerons équivalente. La vapeur restant sensiblement saturée, les variations de pression et de volume sont reliées par une loi analogue à la loi de Mariotte,

$$\Omega(A - x)\, dp = p(\Omega\, dx - k\omega\, dt), \tag{6}$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{\varphi' t - kR}{A - \varphi(t)}\, dt \tag{7}$$

et

$$p = f(t, R), \tag{8}$$

en appelant R le rapport des surfaces ω et Ω. Le maximum de p correspond à celui de son logarithme et s'obtient en égalant à o le numérateur de la dérivée (7) de ce logarithme dont le dénominateur est constamment positif,

$$\varphi'(t) - kR = 0, \tag{9}$$

et en remplaçant t dans (8) par sa valeur en R tirée de (9),

$$p_M = f_1(R). \tag{10}$$

Le volume engendré par le piston égale en ce moment le débit de l'orifice. En donnant à p_M la valeur du maximum imposé, je trouve la valeur de R.

» Dans la pratique, la formule (7) n'est généralement pas intégrable; on doit alors, en s'aidant au besoin d'une épure du mouvement, étudier les variations élémentaires de la pression à des intervalles de temps fort rapprochés. Une interpolation facile permet dès lors de préciser la valeur numérique de R.

» Je dois à deux savants belges, MM. Dwelshauvers-Dery et Degraux, l'énoncé des questions que je viens d'étudier et dont il n'existe pas, à ma connaissance, de solution théorique, même approximative. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un sel chloro-azoté du palladium* [1]. Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé récemment (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 44), parmi les sels chloro-azotés de platine et de potassium, un sel très stable et très soluble, le platodichloronitrite de potassium $Pt(AzO^2)^2Cl^2K^2$: c'est le produit principal de toutes les réactions qui ont pour effet, soit de chlorurer le platonitrite $Pt(AzO^2)^4K^2$, soit de fixer de l'acide azoteux sur le chloroplatinite $PtCl^4K^2$ ou le chloroplatinate $PtCl^6K^2$.

» La grande analogie que présentent ces sels avec les sels correspondants du palladium m'a conduit à tenter les mêmes essais sur ce métal : ces essais m'ont fourni un palladiodichloronitrite de potassium, correspondant à la formule $Pd(AzO^2)^2Cl^2K^2$, et tout à fait comparable au platodichloronitrite.

» Ce sel se prépare très facilement au moyen des réactions suivantes :

» 1° Action ménagée de l'acide chlorhydrique sur le palladionitrite de

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

potassium, en proportions conformes à la formule $Pd(AzO^2)^4K^2 + 2HCl$. La liqueur, chauffée, passe du jaune d'or au rouge vif avec dégagement de vapeurs nitreuses, et fournit, après avoir été fortement concentrée, de beaux cristaux dichroïques jaune brun, agissant sur la lumière polarisée. Leur formation correspond à l'équation

$$Pd(AzO^2)^4K^2 + 2HCl = Pd(AzO^2)^2Cl^2K^2 + 2AzO^2H.$$

» 2° Action ménagée de l'azotite de potassium sur le chloropalladite de potassium, conformément à l'équation

$$PdCl^4K^2 + 2AzO^2K = Pd(AzO^2)^2Cl^2K^2 + 2KCl.$$

» 3° Action du chloropalladite de potassium sur le palladionitrite de potassium, en proportions équivalentes :

$$PdCl^4K^2 + Pd(AzO^2)^4K^2 = 2Pd(AzO^2)^2Cl^2K^2.$$

» Le sel obtenu par ces diverses méthodes se présente sous la forme de cristaux très simples [1], isomorphes de ceux du platodichloronitrite. Ils sont formés des faces $m(110)$, $e^2(012)$ et $g^1(010)$, manquant souvent et médiocrement plane. Mâcle parallèle à m. Pas de clivages.

» Prismes clinorhombiques de 123°, 41' :

$$a : b : c :: 0,55041 : 1 : 0,60334,$$
$$\beta = 76°31',5.$$

» L'extinction dans g^1 se fait à 8° de l'axe vertical dans l'angle aigu des axes. Dichroïsme notable : image orangée pour les vibrations perpendiculaires à l'allongement, jaune pour les vibrations parallèles.

» *Analyse.* — La matière, desséchée à froid sur du papier à filtres, correspond à la formule

$$Pd(AzO^2)^2Cl^2K^2.$$

» Cette formule résulte des analyses suivantes :

» I. 0gr,8490 de matière a donné par réduction dans l'hydrogène 0gr,2574 de palladium et 0gr,3674 de chlorure de potassium, contenant 0gr,1926 de potassium.

» II. 0gr,7378 de matière a donné, après traitement par l'ammoniaque, 0gr,5959 de chlorure d'argent, contenant 0gr,1474 de chlore.

» III. 1gr,1410 de matière a donné, par calcination au rouge avec de l'acide tung-

---

(1) H. Dufet, *Bulletin de la Société française de Minéralogie*; 1892.

stique et du cuivre, $76^{cc},51$ d'azote à 0° et 760^{mm}.

	Calculé.		Trouvé. I.	II.	III.
Pd	106,3	30,59	30,32	»	»
2K	78,2	22,50	22,68	»	»
2Cl	71,0	20,43	»	19,98	»
2Az	28,0	8,06	»	»	8,42
4O	64,0	18,42	»	»	»
	347,5	100,00			

» Desséché à froid par compression sur du papier à filtres, le palladio-dichloronitrite de potassium est inaltérable à l'air et ne perd pas d'eau à 100°. Au rouge sombre, il se décompose avec production de vapeurs nitreuses, en laissant un résidu de palladium et de chlorure de potassium.

» Il est soluble dans environ trois fois son poids d'eau froide et deux fois son poids d'eau bouillante. Sa solution est très stable.

» Un excès de chlore ou d'acide chlorhydrique le transforme, à l'ébullition, en chloropalladite, avec dégagement de vapeurs nitreuses. Mais la transformation n'est pas complète du premier coup, et l'élimination totale de l'azote n'est obtenue que par plusieurs évaporations à sec avec de l'acide chlorhydrique.

» Un excès d'azotite de potassium le transforme, à l'ébullition, en palladionitrite de potassium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Chlorures doubles formés par le chlorure de lithium et les chlorures de la série magnésienne.* Note de M. **A. Chassevant**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai exposé les conditions de formation et de stabilité du chlorure double de cuivre et de lithium.

» En poursuivant mes études sur ce sujet, j'ai obtenu quatre chlorures isomorphes appartenant à la série magnésienne, formés en combinant le chlorure de lithium avec le chlorure de manganèse, de fer, de cobalt et de nickel.

(¹) Chassevant, *Sur un chlorure double de cuivre et de lithium* (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 646).

» *Chlorure double de manganèse et de lithium* 2MnCl, LiCl, 6HO. — On obtient ce composé en mélangeant 1 équivalent de chlorure de manganèse avec 1 équivalent de chlorure de lithium; on concentre la liqueur au bain-marie jusqu'à ce que la solution devienne jaune paille; on laisse refroidir dans une atmosphère sèche, sur l'acide sulfurique. Il se dépose, pendant le refroidissement, de longues aiguilles roses constituées par le chlorure double de manganèse et de lithium. Ces cristaux sont très déliquescents. Abandonnés à l'air libre sur des feuilles de papier, ils se décomposent. Le chlorure de lithium entre en solution en imprégnant le papier, et le chlorure de manganèse restant à l'état solide forme une masse opaque spongieuse qui conserve la forme du cristal primitif.

» Dans une atmosphère bien sèche ou si on les chauffe à 120°, ces cristaux s'effleurissent, perdent leurs 6 équivalents d'eau, et laissent dégager de l'acide chlorhydrique. Il reste, finalement, une masse brune qui contient du chlorure de lithium et de l'oxyde de manganèse.

» Ce composé est dissociable par l'eau et il n'est stable en solution qu'en présence d'un excès d'un de ses composants, le chlorure de lithium. Il répond, d'après les dosages, à la formule 2MnCl, LiCl, 6HO.

» *Chlorure double de fer et de lithium* 2FeCl, LiCl, 6HO. — Ce composé, qui présente les mêmes propriétés que celui de manganèse, ne peut s'obtenir qu'au sein d'une atmosphère d'acide carbonique. Une faible quantité d'oxygène suffit pour le décomposer et pour transformer le sel de protoxyde de fer en sel de sesquioxyde.

» Pour l'obtenir on doit attaquer directement le fer par l'acide chlorhydrique dans un ballon rempli de gaz acide carbonique, et l'on y ajoute le chlorure de lithium.

» Ce sel cristallise en aiguilles blanches légèrement verdâtres, qu'on doit recueillir dans des flacons pleins d'acide carbonique.

» L'analyse de ces cristaux conduit à la formule indiquée plus haut.

» *Chlorure double de nickel et de lithium* 2NiCl, LiCl, 6HO. — Ce sel s'obtient en petits cristaux jaune verdâtre, lorsqu'on fait cristalliser dans le vide sur l'acide sulfurique la solution obtenue en mélangeant 1 équivalent de chlorure de lithium avec 1 équivalent de chlorure de nickel. Ce composé est comme les précédents dissociable par l'eau et décomposable par la chaleur. Il est soluble dans l'alcool absolu et donne une solution verte, d'où se dépose une poudre jaune d'or formée de petits cristaux microscopiques, semblables à ceux obtenus dans l'eau.

» Les différents éléments ont été dosés.

» *Chlorure double de cobalt et de lithium* 2CoCl, LiCl, 6HO. — Ce composé s'obtient dans les mêmes conditions que le précédent; il se présente sous l'aspect de magnifiques cristaux bleus.

» Ces cristaux sont très déliquescents, décomposables par la chaleur, dissociables par l'eau et ne sont stables en solution aqueuse qu'en présence d'un excès d'un de leurs composants, le chlorure de lithium.

» Ils se dissolvent facilement dans l'alcool absolu sans décomposition, et les cristaux qui s'en déposent sont identiques à ceux obtenus dans la solution aqueuse. Cette propriété permet de purifier ce sel par plusieurs cristallisations successives dans l'alcool.

» Son analyse conduit à la formule donnée précédemment.

» Les composés que je viens de décrire ont plusieurs propriétés communes; ils ont tous une formule répondant au type $2MCl, LiCl, 6HO$.

» Ils contiennent tous la même quantité d'eau de cristallisation.

» Ils sont tous facilement dissociables en leurs éléments par l'eau, stables en présence d'un excès d'un de leurs composants, le chlorure de lithium.

» Ils possèdent la coloration du chlorure anhydre du métal qui entre dans leur composition. Ainsi, le chlorure double de nickel et de lithium est jaune; le chlorure double de cobalt et de lithium est bleu.

» La chaleur les décompose en donnant naissance soit à un oxychlorure, soit à un oxyde du métal qui entre dans leur combinaison.

» Ils sont tous efflorescents dans une atmosphère sèche, et, dans ces conditions, perdent de l'acide chlorhydrique.

» Ces composés sont isomorphes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le nickel et le cobalt*. Note de MM. **Ch. Lepierre** et M. **Lachaud**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une précédente Communication nous avons décrit l'action du bisulfate d'ammonium sur les sels de fer. Nous décrirons aujourd'hui les corps nouveaux obtenus avec le nickel et le cobalt.

» A. *Nickel*. — 1° $3(SO^4Ni), 2SO^4Am^2$. — En traitant le sulfate de nickel anhydre ou hydraté, le carbonate ou l'oxyde par cinq ou six fois son poids de SO^4AmH fondu, dès le début on voit se former un précipité cristallin formé de tétraèdres et cubo-octaèdres jaune foncé; on cesse le chauffage; on décante la majeure partie du sulfate d'ammonium; on broie le produit avec très peu d'eau, on lave à l'alcool fort en répétant l'opération jusqu'à élimination complète de toute impureté. Ce lavage doit être fait très vite, car le produit s'hydrate avec une telle rapidité que, en présence d'un peu d'eau, il se produit un dégagement considérable de chaleur susceptible de volatiliser l'eau, comme dans le cas de la chaux vive; il peut même déshydrater l'alcool à 95°; cette hydratation fournit le sulfate de Ni et Am de la série magnésienne qui cristallise d'abord; les eaux mères renferment du sulfate de nickel ordinaire. Chauffé, il donne du SO^4Ni anhydre, puis NiO au rouge sombre.

» 2° SO^4Ni. — En continuant le chauffage du sel précédent au sein du sulfate, il se transforme en octaèdres réguliers constituant le sulfate de nickel anhydre, décrit récemment par M. Klobb. Ce sel se sépare facilement, soit par volatilisation des sels ammoniacaux, soit par lavage à l'eau. Il est jaune serin, de densité 3,67 à 20°; hydratable peu à peu, insoluble dans l'alcool fort.

» 3° SO^4Ni. — Si l'on augmente dans la préparation précédente la quantité de

H^2SO^4 nécessaire pour former le bisulfate d'ammonium, par exemple, en employant 100gr Am^2SO^4, 100gr H^2SO^4 à 66° et 50gr de sulfate de nickel hydraté, on obtient *de suite* des cristaux prismatiques, allongés en fuseau, à arêtes courbes, sans qu'il se forme le sel double cité plus haut. Ce corps est d'un jaune plus pâle que le sulfate de nickel octaédrique. Son analyse effectuée par les procédés ordinaires répond sensiblement à la formule SO^4Ni.

» Pour élucider ce cas curieux d'un sel anhydre présentant deux formes différentes, nous avons, sur les conseils de notre maître M. Schützenberger, analysé les deux sulfates par le procédé de M. Baubigny et nous avons établi que la différence de forme provient d'une très petite quantité d'acide sulfurique (environ 0,5 pour 100) retenu dans la molécule du cristal fusiforme.

» Le sulfate à analyser, encore mélangé de sels ammoniacaux, est broyé plusieurs fois avec de l'eau, puis lavé avec de l'alcool de plus en plus concentré; le sulfate est enfin laissé en contact d'alcool absolu; on suit alors le mode opératoire de M. Baubigny modifié par M. Schützenberger, c'est-à-dire séchage à 200°, puis vers 400° par un bain de vapeur de soufre et dans un courant d'azote pur pendant douze à quinze heures jusqu'à poids constant. Le sulfate ainsi obtenu est calciné au rouge sombre en présence d'un excès d'air; au bout de deux heures, tout l'anhydride sulfurique a disparu et il reste l'oxyde vert jaunâtre; son poids permet de déterminer l'excès d'acide sulfurique; on contrôle la pureté de l'oxyde par réduction dans l'hydrogène. L'excès d'acide sulfurique ne disparaît donc pas à 400°, mais quand on calcine les cristaux au rouge sombre. Le sulfate octaédrique retient aussi une trace d'acide sulfurique au-dessus de 400°. Voici quelques résultats de la calcination au rouge sombre du produit obtenu à 400° :

Sulfate octaédrique.		Sulfate octaédrique (autre préparation).	
Poids	4gr,7800	Poids	2gr,6495
NiO obtenu	2,3034	NiO	1,2751
SO^4 en excès	0,0031	SO^4 en excès	0,0036
Soit	0,06 %	Soit	0,14 %
Sulfate fusiforme.		**Sulfate fusiforme.**	
Poids	2gr,5560	Poids	2gr,3915
NiO	1,2205	NiO	1,1400
SO^4 en excès	0,0128	SO^4 en excès	0,0137
Soit	0,50 %	Soit	0,54 %

» Cette petite quantité d'acide sulfurique peut échapper à l'analyse ordinaire. Nous nous sommes assurés en outre que le sulfate d'ammonium est complètement éliminé au bout de peu de temps à 400° dans l'appareil décrit ci-dessus.

» La densité du sel fusiforme est la même que celle du sel octaédrique.

» 3° *Oxyde de nickel.* — Le sulfate double calciné au rouge sombre laisse un résidu d'oxyde amorphe. Les deux sulfates de nickel fournissent chacun un oxyde présentant la forme même du cristal qui l'engendre, c'est-à-dire octaédrique ou prismatique; densités de ces oxydes 6,67 et 6,70.

» Une particularité curieuse, c'est que l'oxyde octaédrique réduit par l'hydrogène laisse le nickel sous une forme semblable, quand la réduction a lieu au rouge sombre.

» B. *Cobalt.* — Les résultats obtenus avec le cobalt dans les mêmes conditions que le nickel sont identiques à ceux-ci; nous obtenons donc successivement :

» 1° $3SO^4Co, 2SO^4Am^2$. — Il se précipite de suite quand on chauffe un sel de cobalt dans le bisulfate fondu; le bain est coloré en bleu, mais la dissolution n'est pas complète; on obtient ainsi des cubo-octaèdres cramoisi, très hydratables.

» 2° SO^4Co. — Mêmes particularités que pour SO^4Ni; si le bain renferme un excès d'acide sulfurique, le sulfate est fusiforme; dans le cas contraire, il est octaédrique; densité des octaèdres 3,65; densité des prismes 3,64. Ici encore la différence de forme provient de l'existence de 0,6 pour 100 environ d'acide en plus dans les fuseaux; le sel octaédrique retient aussi une petite quantité d'acide, mais bien inférieure (0,05 à 0,09) à la précédente.

» Ces sulfates calcinés ne fournissent que fort difficilement l'oxyde pur; il est toujours mélangé d'oxydes intermédiaires.

» En résumé, la série de corps obtenus avec le nickel et le cobalt, quoique moins complète que celle du fer, présente avec elle des analogies. En effet, les sulfates anhydres cristallisés fournissent, sans changer de forme, les oxydes cristallisés aussi; il faut noter que ces oxydes sont semblables à ceux obtenus dans d'autres circonstances. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les iodométhylates de quinine.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Friedel.

« D'après les recherches exécutées dans ces dernières années, surtout d'après les beaux travaux de M. Skraup, la quinine $C^{20}H^{24}Az^2O^2$ peut être considérée comme formée de deux groupes, l'un se rattachant à la quinoléine, l'autre probablement de nature pyridique ou plutôt pipéridique, de telle sorte qu'on peut écrire la quinine

$$C^{10}H^7(OCH^3)Az-C^9H^{14}AzO.$$

» Elle constitue une base diacide, qui peut s'unir à 1 ou 2 molécules d'acides monobasiques, ou se combiner à 1 seule molécule ou à 2 molécules d'iodure de méthyle pour donner un mono-iodométhylate $C^{20}H^{24}Az^2O^2, CH^3I$ et un di-iodométhylate $C^{20}H^{24}Az^2O^2, 2CH^3I$.

» En étudiant l'action à froid des alcalis sur ces iodométhylates, j'ai pu déterminer sur lequel des atomes d'azote de la quinine se fixe la première molécule de CH^3I dans la formation des iodométhylates, et la première molécule d'acide dans la formation des sels.

» Le mono-iodométhylate de quinine n'est pas attaqué par les alcalis à froid ; il faut, d'après M. Claus, une longue ébullition avec la potasse pour obtenir une base nouvelle, tertiaire : la *méthylquinine*.

» En essayant l'action à froid des alcalis sur le di-iodométhylate, j'ai observé, au contraire, une transformation rapide.

» Si l'on dissout à chaud 6^{gr} de ce sel dans 50^{cc} d'eau, et qu'après avoir laissé refroidir la liqueur en l'agitant, pour avoir de petits cristaux, on y ajoute $0^{gr},80$ de soude, les cristaux se dissolvent instantanément et la liqueur prend une coloration rouge. Peu après, la liqueur se trouble et laisse déposer un corps résineux, que l'on recueille après vingt-quatre heures. En le lavant à l'alcool méthylique, on recueille une matière insoluble, constituée par une poudre jaune, cristalline, formée de fines aiguilles.

» Le rendement en est faible et ne forme que 12 pour 100 environ de l'iodométhylate mis en réaction ; le produit principal est résineux, très soluble dans l'alcool méthylique, l'alcool ordinaire et n'a pu être amené à cristallisation.

» La poudre jaune cristallisée est très peu soluble dans les solvants neutres ; il faut environ 1000 parties d'alcool méthylique pour la dissoudre. Elle se dissout facilement dans les acides, donne des sels brun jaune gélatineux, et est reprécipitée de ses solutions acides par des alcalis sous forme de gelée. Ce corps ne fond que vers 280° en se décomposant; les solutions concentrées sont jaunes avec une fluorescence verte peu marquée, surtout dans les acides minéraux concentrés, mais les solutions étendues dans l'alcool, l'alcool méthylique, l'acide acétique à 8°, possèdent une fluorescence intense ressemblant à celle de la fluorescéine, mais présentant plus d'éclat; les solutions dans l'acide acétique à 8° au $\frac{10}{1000}$ et au $\frac{20}{1000}$ sont surtout remarquables; la fluorescence est aussi nettement visible dans les solutions au millionième. Ces solutions possèdent le pouvoir des matières tinctoriales; elles se fixent sur la soie; la lumière solaire les décolore rapidement.

» Le point de fusion élevé, l'insolubilité relative, l'aspect gélatineux des sels montrent que ce corps possède un poids moléculaire élevé, et ne dérive pas, comme on pourrait le croire, de l'enlèvement d'une seule molécule d'acide iodhydrique au di-iodométhylate. Il paraît être un produit de condensation avec perte d'acide iodhydrique; les dosages d'iode ont donné moins de ce métalloïde que n'en exigerait la formule

$$C^{29}H^{24}Az^2O^2, CH^3I, OH.$$

» Je ne me suis pas attaché à déterminer la formule de ce corps; ce qu'il

importait, c'était de comparer l'action de la potasse sur l'iodométhylate de méthoxyquinoléine ou quinanisol; la méthoxyquinoléine $C^9H^6(OCu^3)Az$ est, en effet, un groupement qui existe dans la quinine, comme l'a démontré M. Skraup, qui l'a obtenue en oxydant la quinine et enlevant les éléments de l'acide carbonique à l'acide quininique $C^9H^5(CO^2H)(OCH^3)Az$ produit dans cette oxydation. L'expérience a montré qu'une solution aqueuse d'iodométhylate de méthoxyquinoléine traitée à froid par la potasse donne, après vingt-quatre heures, un dépôt qui, après lavage à l'eau et à l'alcool méthylique, constitue une poudre jaune orange, cristalline, très peu soluble dans les solvants, ne renfermant pas d'iode, et *ayant la propriété de donner des solutions jaunes à fluorescence verte très intense,* comparables à celles que fournit le dérivé obtenu avec le di-iodométhylate de quinine.

» Il est donc prouvé que c'est l'iode de l'iodure de méthyle fixé sur le groupe de méthoxyquinoléine de la quinine qui a la propriété d'être facilement enlevé par les alcalis. Or, comme le mono-iodométhylate de quinine n'est pas attaqué par les alcalis à froid, il s'ensuit qu'il est fixé sur l'azote qui n'appartient pas au groupe quinoléique et que le mono-iodométhylate de quinine doit être représenté par la formule

$$C^{10}H^7(OCH^3)AzO - C^9H^{14}OAz\langle^{CH^3}_{I}.$$

» L'azote de ce groupe est plus basique, doué d'affinités plus grandes; on en déduit pour les sels basiques de quinine les formules suivantes :

$$\underbrace{C^{10}H^7(OCH^3)AzO}_{\text{Chlorhydrate basique.}} - C^9H^{14}OAz, HCl,$$

$$\underbrace{\begin{matrix} C^{10}H^7(OCH^3)AzO - C^9H^{14}OAz \\ C^{10}H^7(OCH^3)AzO - C^9H^{14}OAz \end{matrix}}_{\text{Sulfate basique de quinine.}} \rangle SO^4H^2.$$

» *Action de l'iodure de méthyle sur le sulfate basique de quinine.* — La formule du mono-iodométhylate de quinine étant établie, j'ai cherché à obtenir le dérivé isomère dans lequel le CH^3I serait lié à l'azote du groupe méthoxyquinoléique; je pensais y parvenir en combinant l'iodure de méthyle au sulfate basique de quinine dont l'acide sulfurique aurait été ensuite enlevé par une quantité calculée de baryte, mais la réaction s'est accomplie dans un autre sens. Si l'on chauffe au réfrigérant ascendant, pen-

dant sept ou huit heures, une partie de sulfate basique de quinine dissous dans 10 parties d'alcool méthylique avec un excès d'iodure de méthyle, on observe que la solution jaunit rapidement, après avoir chassé l'alcool métylique au bain-marie et repris par l'eau bouillante le résidu, on obtient une cristallisation de di-iodométhylate de quinine, dont la nature a été constatée par le dosage d'iode, le point de fusion, la solubilité. Les eaux mères retiennent de l'acide sulfurique libre et un peu de sulfate neutre de quinine. On peut expliquer cette réaction en admettant que, en solution méthylique bouillante, le sulfate basique de quinine est partiellement dissocié en acide sulfurique libre et en quinine, à laquelle s'unit de l'iodure de méthyle pour donner le di-iodométhylate inattaquable par l'acide sulfurique étendu, la dissociation se continuant à mesure que de la quinine est combinée à l'iodure de méthyle. Le rendement en di-iodométhylate est d'environ 90 pour 100 du rendement théorique. Avec le sulfate neutre de quinine, il y a généralement formation de di-iodométhylate, mais le rendement est moindre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers camphocarboniques méthylés, le méthylcamphre et quelques dérivés azoïques du cyanocamphre.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Dans son travail sur l'éther camphocarbonique, M. Brühl [1] émet un doute sur la constitution que j'ai attribuée à mes éthers camphocarboniques méthylés et au méthylcamphre qui en dérive.

» A mes formules (I), il substitue les formules (II),

$$\text{(I)}\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ CO^2R\end{array}\right.\\ |\\ CO\end{array}\right.,\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH^3\\ |\\ CO\end{array}\right.;$$

$$\text{(II)}\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C-CO^2R\\ \|\\ CO\,CH^3\end{array}\right.,\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\\ \|\\ CO\,CH^3\end{array}\right..$$

Les essais effectués avec ces dérivés nous engagent à maintenir notre manière de voir.

» Le méthylcamphocarbonate de méthyle, chauffé vers 150° en tubes

---

[1] *D. Chem. G.*, 3392; 1891.

scellés avec de l'acide chlorhydrique, n'a pas subi de transformation. Il en est de même du méthylcamphre. Il semble donc que le radical méthyle se trouve uni au carbone et non au groupe carbonyle.

» M. Claisen (1) arrive d'ailleurs aux mêmes conclusions en se basant sur certaines analogies avec d'autres composés.

» *Étude de quelques dérivés azoïques du camphre cyané.* — M. Haller considère le camphre cyané comme le nitrile de l'acide camphocarbonique.

» Les éthers de cet acide lui ayant permis de préparer des dérivés azoïques, nous avons entrepris la préparation de composés analogues en partant du camphre cyané.

» *Benzène azocyanocamphre.* — A une solution de chlorure de diazobenzène, maintenue vers 0°, on ajoute, par petites portions et en agitant constamment, une solution de camphre cyané dans la potasse alcoolique. On obtient un corps jaune d'abord visqueux qui se solidifie complètement au bout de peu de temps. On essore à la trompe et l'on fait dissoudre dans de l'éther bouillant.

» Il se dépose par refroidissement de petites aiguilles jaunes, fondant à 155° en se décomposant.

» Ce corps est très soluble à froid dans le benzène, peu soluble dans l'éther, un peu plus soluble dans l'alcool.

» L'analyse de ce corps montre qu'il répond à la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ Az^2C^6H^5 \end{array}\right. \\ \,| \\ CO \end{array}\right. .$$

» La réaction est représentée par l'équation

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CNaCAz \\ \,| \\ CO \end{array}\right. + C^6H^5\text{-}Az{=}AzCl = NaCl + C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ Az^2C^6H^5 \end{array}\right. \\ \,| \\ CO \end{array}\right. .$$

» *Orthotoluène azocyanocamphre,* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ Az^2C^7H^7 \end{array}\right. \\ \,| \\ CO \end{array}\right.$. — Ce composé se prépare comme le précédent, en substituant l'orthotoluidine à l'aniline.

» Il se présente sous la forme de petites aiguilles jaunes, fondant à 140°, en subissant une décomposition. Il est plus soluble dans l'éther que son homologue inférieur. Le benzène le dissout également très bien à froid.

» *Paratoluène azocyanocamphre.* — Ce corps, qui se prépare comme les deux précédents, se présente sous le même aspect. Comme solubilité, il tient l'intermédiaire entre le dérivé azobenzénique et le dérivé orthoazotoluénique. Il fond à 137°.

---

(1) *D. Chem. G.*, 1767; 1892.

» *Action de la potasse alcoolique sur les dérivés précédents.* — On a soumis ces trois dérivés à l'action de la potasse alcoolique. La quantité de potasse et le poids du dérivé azoïque ont d'abord été pris à molécules égales. On a remarqué ensuite qu'un excès de potasse ne change pas la réaction. Après dix minutes d'ébullition, on traite par l'eau, qui ne donne qu'un léger louche avec une faible fluorescence verte. La liqueur filtrée est traitée par de l'acide sulfurique étendu, qui précipite un corps très volumineux, soluble dans le carbonate de sodium.

» En opérant ainsi, on obtient quelquefois des corps demi-résineux, s'étirant en longs fils. Il suffit, pour leur donner l'apparence de véritables précipités, de les redissoudre dans le carbonate de sodium et de les précipiter de nouveau. On essore à la trompe, on lave à l'eau distillée et l'on dessèche dans le vide en présence d'acide sulfurique. Ces corps sont très légers et possèdent une teinte jaunâtre. Il nous a été impossible de les faire cristalliser. Ils sont très solubles à froid dans l'éther, l'alcool, le benzène. L'évaporation de leurs solutions, dans ces différents dissolvants, donne des matières visqueuses qui, à la longue, se solidifient complètement en formant des masses transparentes.

» On a essayé de les purifier en les soumettant à des dissolutions et précipitations successives.

» L'acide correspondant au dérivé azoïque benzénique, desséché dans le vide et soumis à l'analyse, correspond à la formule brute $C^{20}H^{25}O^{3}Az^{3}$. C'est un acide monobasique.

» Le sel de sodium $C^{20}H^{24}NaO^{3}Az^{3}$ se dépose de ses solutions alcooliques, en fines paillettes nacrées et jaunâtres.

» Le sel d'argent $C^{20}H^{24}AgO^{3}Az^{3}$ est une poudre qui brunit rapidement à la lumière.

» Nous nous proposons d'étudier plus à fond l'action de la potasse sur ces dérivés [1]. »

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des azotures et hydrazotures métalloïdiques sur les composés oxhydrocarbonés.* Note de M. **R. Vidal**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai représenté l'action du phospham sur les alcools méthylique et éthylique par les deux équations suivantes :

$$PAz^2H + 4ROH = PO^4(AzH^2R^2)^2H,$$
$$PO^4(AzH^2R^2)^2H - ROH = PO^3AzH^3R + AzHR^2.$$

» Cette interprétation me paraît être confirmée par la réaction du phénol sur le phosphore. En chauffant ces deux corps en vase clos à la température de 300°, j'ai, en effet, obtenu uniquement de la diphénylamine, qui, grâce à sa grande stabilité, n'a pas été décomposée en phénol et amines primaire et secondaire. Le mélange a fourni jusqu'à 90 pour 100 de la quantité théorique.

» Le produit obtenu a tous les caractères physiques et chimiques de la diphénylamine : il possède une odeur caractéristique de roses; son point de fusion est 54°; traité par l'acide nitrique ou le chlorure de platine, il donne une coloration d'un bleu intense. L'acide oxalique produit à chaud la même réaction.

» Comme je l'ai indiqué, le phospham n'est pas la seule combinaison d'azote avec les métalloïdes susceptible d'engendrer des amines en présence des hydrates hydrocarbonés. J'ai pu obtenir, en effet, des ammoniaques bisubstituées par l'action de l'azoture de bore sur l'alcool méthylique et le phénol.

» L'alcool méthylique chauffé en vase clos à environ 250° a donné un borate d'amine secondaire nettement cristallisé.

» Chauffé dans les mêmes conditions, mais à une température supérieure à 300°, le phénol et l'azoture de bore donnent de la diphénylamine.

» La réaction me paraissant générale, j'ai été amené à faire des essais avec les naphtols.

» J'ai obtenu avec le naphtol β un produit qui représente la même composition centésimale que les dinaphtylamines, mais qui en diffère par ses

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 950.

caractères physiques et chimiques : il ne fond qu'à 225° et ne se combine pas avec les acides.

» Je poursuis l'étude de cette dernière réaction et je me propose d'en faire l'objet d'une prochaine Communication ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques médicaments ferrugineux.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La question de la conservation des eaux minérales ferrugineuses présente une importance assez sérieuse pour que je croie pouvoir me permettre de venir ajouter quelques observations personnelles à celles de MM. Parmentier et Riban. Un certain nombre d'analyses, que j'ai faites dans ces trois dernières années, m'ont conduit, comme M. Riban, à la conclusion qu'il est aujourd'hui pratiquement impossible de trouver dans le commerce, à Paris, des eaux dites ferrugineuses qui renferment une quantité un peu notable de fer. Mais j'ajouterai que certaines eaux très réputées, qui ne renferment plus du tout de fer aujourd'hui, en renfermaient très régulièrement il y a vingt ans, et en renfermaient encore, il y a dix ans, dans certaines catégories de bouteilles. Il semble donc que, pour obtenir la conservation du fer dans les eaux, il ne soit pas nécessaire de recourir à de nouveaux procédés d'embouteillage; il suffirait sans doute de revenir à d'anciens errements. Ce résultat serait certainement rapidement obtenu, si les consommateurs refusaient impitoyablement les eaux dépouillées de fer, qu'il est facile de reconnaître à l'absence du goût d'encre. La coloration noire du bouchon ne suffit pas pour caractériser la présence actuelle du fer, qui peut s'être précipité postérieurement à la mise en bouteille.

» A côté des eaux naturelles, il existe un grand nombre de médicaments ferrugineux, préparés artificiellement. Dans ces produits pharmaceutiques, l'absence du fer n'est pas à redouter; mais, ce qui est peut-être aussi regrettable, l'état d'oxydation du fer est souvent très mal déterminé. Je ne parlerai pas du produit vendu comme carbonate ferreux, qui n'est, tous les médecins le savent depuis longtemps, que du sesquioxyde de fer. Mais j'ai constaté que, pour des préparations spéciales qui devraient renfermer du carbonate ferreux réel, en quantité déterminée, la teneur en

---

([1]) Laboratoire de recherches de l'École de Pharmacie de Montpellier.

oxyde ferreux est très variable pour un même produit d'une fabrication à une autre; ce résultat ne serait pas dû tant à des falsifications intentionnelles qu'à des négligences dans les manipulations de ces produits. Enfin, dans certains cas, des modifications apportées aux préparations de divers médicaments ont pu en changer la nature. Tel est le cas de la teinture de Mars tartarisée, qui se préparait autrefois par l'action de la crème de tartre sur le fer métallique et qui s'obtient aujourd'hui par l'action de la crème de tartre sur le sesquioxyde de fer précipité.

» Cette incertitude, sur la présence ou le degré d'oxydation du fer, a le grave inconvénient que, lorsqu'un médecin ordonne un médicament déterminé, il ne sait jamais quel est celui qu'aura réellement pris son malade, et les observations qu'il pourra faire sur l'action d'un semblable médicament seront trop souvent illusoires. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contributions à l'étude des eaux minérales; sur l'alumine contenue dans ces eaux*. Note de M. F. PARMENTIER.

« Quand on examine les analyses des eaux minérales, on constate que beaucoup d'entre elles sont muettes sur la teneur de ces eaux en alumine. D'après certains ouvrages d'Hydrologie, ce corps serait plutôt une rareté qu'un élément constitutif de la plupart des eaux minérales.

» L'alumine se trouve en quantités considérables dans certaines eaux, principalement dans celles de Cransac (Aveyron). M. Ad. Carnot (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 192) a donné une étude complète des eaux de ce bassin et il a montré que certaines d'entre elles sont très riches en alumine.

» Des analyses de H. Sainte-Claire Deville, de M. A. Gautier et d'autres savants, il résulte que les eaux de rivière renferment ce corps en quantités très appréciables.

» M. Lefort a dosé cet élément dans les sources du Mont-Dore : toutes le renferment, quelques-unes en quantités notables. D'autres expérimentateurs l'ont dosé dans d'autres eaux. Cependant, la majeure partie des analyses des eaux minérales de la région du Centre ne signalent pas ce corps.

» Quoique le rôle thérapeutique de l'alumine, même celui des eaux fortement alumineuses, ne soit pas encore nettement établi, qu'il soit même difficile de savoir à quel état cet élément se trouve dans beaucoup de sources, nous croyons qu'il est nécessaire, au moins à titre de docu-

ment, de le rechercher et de le doser dans une eau. D'autant plus que la croyance que ce corps est une rareté pourrait faire et a dû faire commettre des erreurs fâcheuses.

» Nous avons trouvé l'alumine dans toutes les eaux naturelles, minérales ou autres, que nous avons analysées. La quantité qu'en renferment les eaux minérales est très variable avec le bassin, et même avec les sources d'un même bassin, ainsi que l'indique le Tableau ci-joint, dans lequel nous donnons quelques-uns des résultats les plus caractéristiques.

Localités.	Sources.	Teneur en alumine par litre.
1° Vichy Saint-Yorre (Allier)...	Frobert..............	0,008
	Saint-Louis n° 1......	0,007
	Précieuse............	0,006
	Jeanne d'Arc.........	0,004
	Sévigné..............	0,003
2° Vichy (Allier).............	Dubois..............	0,015
	Vincent..............	0,010
3° Hauterive (Allier)..........	Bayard..............	0,006
	Amélie d'Hauterive....	0,001
4° Pougues-les-Eaux (Nièvre)..	Grande Source........	0,014
	Jeanne d'Arc.........	0,006
	Saint-Léon...........	0,002
5° Chatelguyon (Puy-de-Dôme).	Yvonne..............	0,009

» Nous avons également retrouvé l'alumine en quantités notables dans des sources anciennement étudiées, quoique les analyses qui en ont été publiées ne la signalent pas. Les eaux sur lesquelles nous avons opéré étaient claires et n'entraînaient pas de dépôts des profondeurs de la terre.

» Les résultats que nous donnons se rapportent à ce que, dans le procédé de H. Sainte-Claire Deville, on pèse comme tel. Les matières blanches que nous avons pesées renferment souvent de petites quantités de terres rares; de même, pour toutes les sources que nous avons étudiées, les précipités obtenus avec les chlorures alcalins, en présence du bichlorure de platine, renferment du cœsium et du rubidium, fait déjà connu pour un certain nombre de sources. Nous nous proposons de revenir sur cette question. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La valeur respiratoire de l'hémocyanine*. Note de M. L. CUÉNOT, présentée par M. Schützenberger.

« D'après M. Fredericq, le sang des Céphalopodes renferme un albuminoïde dissous, l'*hémocyanine*, qui jouerait à la fois le rôle d'albumine nutritive et celui de fixateur d'oxygène. La fonction respiratoire de l'hémocyanine a été admise sans conteste chez divers Mollusques et Crustacés par tous les auteurs qui s'en sont occupé, Krukenberg, Halliburton et moi-même; la teinte bleu intense que prend le sang au contact de l'air et la dissociation facile de la combinaison oxygénée sont des plus faciles à constater et aucun désaccord ne règne à ce sujet.

» Mais, pour donner une démonstration irréfutable, il faut prouver que le sang pourvu d'hémocyanine absorbe une quantité notable d'oxygène, de même que le sang à hémoglobine. Jolyet et Regnard (1), au moyen de la pompe à mercure, ont dosé l'oxygène chez divers Crustacés décapodes (Écrevisses, Crabes); ils ont trouvé de 3^{cc} à $4^{cc},4$ d'oxygène pour 100^{cc} de sang (le même volume d'eau douce ou salée renferme au maximum $0^{cc},84$ d'oxygène). M. A.-B. Griffiths (1), en opérant aussi avec la pompe, a trouvé, pour divers Céphalopodes et Crustacés décapodes, de 13^{cc} à 15^{cc} d'oxygène pour 100^{cc} de sang; l'écart est si considérable qu'il y a lieu, pour diverses raisons, de suspecter fortement les résultats de M. Griffiths.

» Tout récemment, M. Heim (2), en opérant avec la méthode si sensible de MM. Schützenberger et Risler (3) (dosage par l'hydrosulfite de soude), a constaté que le sang de divers Crustacés décapodes, agité longuement au contact de l'air, avait une teneur en oxygène égale ou à peine supérieure à celle de l'eau ambiante; l'hémocyanine n'aurait donc aucun rôle respiratoire.

---

(1) JOLYET et REGNARD, *Recherches sur la respiration des animaux aquatiques*; 1877.

(2) GRIFFITHS, *On the blood of the Invertebrata* (*Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh*, vol. XVIII, p. 288; 1890-1891).

(2) HEIM, *Sur la matière colorante bleue du sang des Crustacés* (*Comptes rendus*, 28 mars 1892).

(3) SCHUTZENBERGER et RISLER, *Mémoire sur l'emploi de l'hydrosulfite de soude comme moyen de titrage de l'oxygène, etc.* (*Bull. Soc. chimique de Paris*, t. XX, p. 145; 1873).

» En présence de ces résultats si contradictoires, j'ai repris l'étude de l'hémocyanine dans le sang d'un Gastéropode pulmoné, l'*Helix pomatia* L.; je n'ai pas recherché si l'hémocyanine était le seul albuminoïde dissous (Fredericq, Krukenberg), ou si ce n'est qu'un pigment uni à de la sérine ordinaire, comme l'a suggéré M. Heim; je ne me suis occupé que de la teneur en oxygène, ce qui est, en effet, le nœud de la question. Ce travail a été fait en commun avec M. Klobb, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy; nous avons comparé, au moyen de l'hydrosulfite de soude (procédé Schützenberger), la quantité d'oxygène contenue d'une part dans l'eau du laboratoire, d'autre part dans le sang des *Helix*.

» Quelques dosages préliminaires nous ayant appris que l'oxygénation du sang était assez faible en valeur absolue, il nous a paru bon d'opérer sur un volume notable de 20^{cc} à 30^{cc}. Voici nos chiffres :

» *Première expérience.* — A. 100^{cc} d'eau de Moselle, prise au robinet, contiennent $0^{cc},42$ d'oxygène.

» B. 100^{cc} de sang filtré contiennent $1^{cc},15$ d'oxygène.

» *Deuxième expérience,* à quelques jours d'intervalle. — A. 100^{cc} d'eau contiennent $0^{cc},45$ d'oxygène.

» B. 100^{cc} de sang contiennent $1^{cc},28$ d'oxygène. Ce qui fait pour le sang d'*Helix* de 11 à 12^{cc} d'oxygène par litre, chiffre très notablement supérieur à celui de l'eau au contact de l'air.

» Je conclus de ces analyses, au moins pour l'*Helix pomatia :* 1° que le sang à hémocyanine est capable d'absorber plus d'oxygène qu'un égal volume d'eau, ce qui s'accorde très bien avec ses changements de teinte; 2° que le pouvoir absorbant de l'hémocyanine pour l'oxygène est très faible, comparativement à l'hémoglobine des Vertébrés (d'après Quinquaud, 100^{cc} de sang humain peuvent absorber jusqu'à 26^{cc} d'oxygène); je pense toutefois qu'elle doit être encore considérée comme un véhicule respiratoire.

» D'après ces résultats, qui diffèrent sensiblement de ceux que l'on a publiés jusqu'ici, on comprend aisément que l'hémocyanine puisse être remplacée par un albuminoïde incolore, sur lequel l'oxygène n'a pas d'action apparente; cela ne doit pas amener d'infériorité respiratoire bien notable : aussi trouve-t-on exactement dans le même milieu et les mêmes conditions de vie des espèces alliées, pourvues ou non d'hémocyanine (1);

---

(1) L. Cuénot, *Études sur le sang et les glandes lymphatiques* (*Invertébrés*) (*Arch. Zool. exp.*, 2e série, t. IX; 1891).

au contraire, lorsque l'hémoglobine apparaît à titre exceptionnel chez un Invertébré, c'est presque toujours pour compenser des conditions défavorables, soit que les animaux vivent dans un milieu très pauvre en oxygène, dans les mares stagnantes (comme *Planorbis, Apus, Branchipus, Daphnia, Cheirocephalus*, larve de *Chironomus plumosus*), ou en parasites dans le cœlôme d'autres animaux (comme un Turbellarié parasite des Oursins, le *Syndesmis Echinorum*); soit que l'appareil respiratoire normal ait disparu (*Ophiactis virens*), ou que son fonctionnement soit entravé (*? Arca tetragona*), etc. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action physiologique de la spermine. Interprétation de ses effets sur l'organisme.* Note de M. **Alexandre Poehl**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans ces dernières années, les travaux de l'illustre physiologiste Brown-Séquard ont, à diverses reprises, appelé l'attention sur les effets tonifiants exercés sur l'organisme par les liquides extraits des glandes, et en particulier établi le pouvoir dynamogène des produits que l'eau sépare du tissu testiculaire.

» Ces recherches m'ont engagé à étudier de près la composition chimique de la liqueur Brown-Séquardienne. Elles m'ont amené à y reconnaître, à côté des albuminoïdes, de la lécithine, de la nucléine et des nombreuses leucomaïnes partout répandues dans les glandes, une très sensible proportion de spermine. J'ai trouvé cette base, non seulement dans les testicules et la prostate, mais dans les ovaires, dans le pancréas où elle est abondante, dans le corps thyroïde, le thymus, la rate, enfin dans le sang normal.

On sait qu'en 1878 Schreiner découvrit dans le sperme les cristaux que M. Charcot avait observés dans le sang des leucocythémiques et qu'il parvint à en extraire une base, la spermine, à laquelle il assigna la formule C^2H^5Az. Ladenburg et Abel supposèrent, en se fondant sur cette formule, et d'après quelques essais qualitatifs, qu'elle se confondait avec l'éthylènimine. Kobert, poussant plus loin encore ces vues purement théoriques, soutint que le polymère de l'éthylènimine, la pipérazine, $C^4H^{10}Az^2$, est une *dispermine*.

» Mais j'ai trouvé que la spermine pure, séparée de son phosphate cristallisé, ne répond pas à la formule C^2H^5Az, mais bien à $C^5H^{14}Az^2$, et

peut-être à une formule plus complexe encore ([1]). Dans tous les cas, il résulte de mes analyses que la spermine ne se confond pas avec l'éthylènimine. Je me suis assuré aussi qu'elle ne se change pas en pipérazine et qu'elle se distingue de ces deux substances par tout un ensemble de propriétés.

» On comprend les conséquences fâcheuses qui sont résultées, pour la science et pour la pratique médicale, d'une pareille confusion.

» Les différences entre la spermine et l'éthylènimine ont été constatées non seulement par moi, mais par le plus éminent de nos chimistes russes, M. Mendeleeff.

» L'étude physiologique de la spermine employée à l'état de chlorhydrate pur que j'avais préparé moi-même a été faite par MM. Tarchanoff, Maximowitch, Schichareff, Victoroff, Roschtschinin, Weljaminoff, etc. Il résulte de leurs nombreuses expériences que cette base possède une action tonifiante et dynamogène de tout point semblable à celle du liquide testiculaire de Brown-Séquard.

» L'interprétation de l'action physiologique de la spermine et de la liqueur extraite des testicules a donné lieu à une grande divergence d'opinions qui s'explique par la complexité des effets résultant de l'administration de ces produits. Cette divergence s'est augmentée encore de la confusion introduite par les hypothèses venues d'Allemagne de l'identité de la spermine et de l'éthylènimine et grâce à la mise en vente de la pipérazine sous le nom de *dispermine*.

» Je crois avoir trouvé l'explication des phénomènes observés avec la liqueur testiculaire aussi bien qu'avec la spermine retirée du testicule.

» Cette base n'est pas un oxydant, mais elle détermine, à son contact, une accélération des oxydations, tant minérales que physiologiques.

» Que l'on place dans un vase quelques gouttes de chlorure d'or et de magnésium en poudre, il n'en résultera que du gaz hydrogène et un peu de chlorure de magnésium. Mais que l'on vienne à ajouter au chlorure d'or un peu de chlorhydrate de spermine, aussitôt une mousse abondante d'hy-

---

([1]) L'analyse du chloroplatinate de spermine m'a donné

$$C = 11,83; \quad H = 3,36; \quad Az = 5,89; \quad Pt = 38,21.$$

La formule $C^5H^{14}Az^2, 2HCl, PtCl^4$ veut

$$C = 11,73; \quad H = 3,13; \quad Az = 5,47; \quad Pt = 38,04.$$

La formule de Schreiner demande $C = 9,69$ et $Pt = 39,2$.

drate de magnésie se produit et remplit le vase, en même temps qu'il se dégage l'odeur de sperme humain. Le chlorhydrate de spermine dilué au $\frac{1}{100}$, au $\frac{1}{1000}$ et même au $\frac{1}{100000}$ produit cet effet, et la solution filtrée, pour séparer la magnésie, le reproduit encore une fois. Les chlorures $PtCl^4$, $HgCl^2$, $CuCl^2$, etc., ... agissent de même. Dans cette réaction la spermine favorise, par son contact, l'oxydation rapide du magnésium aux dépens de la décomposition de l'eau.

» Il en est de même des oxydations organiques. Du sang *très dilué* et même déjà putréfié, additionné d'un peu de chlorhydrate de spermine, oxyde très rapidement à l'air la teinture de gayac, qui bleuit à son contact comme avec l'eau oxygénée.

» On sait que beaucoup de substances, chloroforme, oxyde de carbone, protoxyde d'azote, extraits de la bile, extraits urinaires, etc. diminuent le pouvoir oxydant du sang. En ajoutant un peu de spermine à du sang qui a reçu l'action de ces corps, on lui restitue la propriété de transporter son oxygène sur les tissus. Cette action de la spermine rappelle de très près les phénomènes de catalyse; elle est indépendante de la quantité employée, et le sang n'offre du reste aucun changement au spectroscope.

» Cette propriété d'être, par sa présence, un excitant des oxydations, rend compte des phénomènes provoqués par la spermine chez l'homme et chez les animaux. Elle fait comprendre les heureux effets provoqués par cette substance chez les individus soumis à l'action du chloroforme, agent qui enraye les oxydations.

» Pour mesurer exactement l'intensité des processus d'oxydation provoqués par la spermine, il faudrait évaluer la diminution des leucomaïnes produites dans les tissus. On sait, d'après l'auteur de leur découverte, M. Armand Gautier, que ces bases sont les témoins des oxydations incomplètes. J'ai cherché à obtenir une évaluation plus facile du pouvoir excitateur de l'oxydation attribuable à la spermine. en mesurant le rapport qui existe dans les urines entre l'azote total excrété et l'azote de l'urée. J'ai trouvé que, dans certains cas, sous l'influence de la spermine, ce rapport se rapproche de l'unité et passe de 100 : 87 à 100 : 96. La spermine excite donc les oxydations intra-organiques.

» L'action favorable de cette base, constatée par divers expérimentateurs chez les diabétiques, s'explique aussi par une diminution de la spermine produite par le pancréas chez les malades. Les travaux de M. Lépine et de M. Minkowsky ont démontré, comme on sait, que le diabète est étroitement lié aux altérations de cette glande.

» L'action de la spermine à titre de *tonique* et de *nervin* se comprend

donc aisément, puisque cette base accélère les oxydations et restitue au sang ses propriétés de transport de l'oxygène aux éléments nerveux.

» De là, l'oxydation plus rapide des leucomaïnes, la disparition plus complète des matières extractives, enfin la sensation de bien-être général qu'éprouvent les sujets soumis à l'action de cette base, phénomène constaté par tous les observateurs.

» Les circonstances qui amènent une diminution dans la sécrétion de la spermine sont multiples. Non seulement les nombreux organes qui les produisent peuvent s'altérer, comme on le constate notamment dans beaucoup de maladies infectieuses, mais encore la spermine peut être éliminée rapidement, transformée en phosphate insoluble, etc. (bronchite, asthme, anémies, etc.).

» La spermine étant un élément constant du sang normal et de beaucoup de tissus, son administration est absolument sans danger, ainsi que l'ont établi les nombreuses expériences faites avec le chlorhydrate pur et stérilisé. Ces injections ne sont que peu ou pas douloureuses. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la circulation embryonnaire dans la tête chez l'Axolotl.* Note de M. **F. Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le système circulatoire de la tête des Vertébrés est très mal connu, à l'exception des gros troncs. Il faut dire que son extraordinaire complication semble défier toute solution simple. Après plusieurs années de recherches, je crois pouvoir ramener cette région au même type vasculaire que les métamères du tronc.

» Je rappelle que, très primitivement, on a dans le tronc (pour chaque moitié du corps) trois vaisseaux longitudinaux : un dorsal, aorte et veine cardinale confondues; un ventral, la veine sub-intestinale. L'un et l'autre résultent de la fusion bout à bout de parablastomères sortis métamériquement de l'intestin [1]. Ils sont reliés, en face de la partie postérieure de chaque myotome, par un vaisseau de Mayer. Le troisième vaisseau longitudinal ou *vaisseau latéral*, situé au-dessous du nerf latéral et à son côté interne, résulte de la fusion longitudinale des contacts du parablaste avec l'épiblaste. Il communique avec l'ébauche cardino-aortique par des vaisseaux situés entre les myotomes; donc, typiquement alternes avec les

---

[1] Voir *Comptes rendus* du 16 mai 1892.

vaisseaux transversaux, quoique leurs embouchures soient voisines. J'appelle ces vaisseaux communiquants *intermétamériques;* sans doute que, dans la partie moyenne de leur trajet, ce sont eux que Rückert a décrits comme irrigant le glomus chez les Sélaciens.

» Au stade suivant, l'aorte et la veine cardinale se séparent l'une de l'autre (on sait que l'aorte peut ensuite, suivant les régions, rejoindre sa congénère ou en rester séparée; je néglige ce phénomène très simple). Étudions ce qui se passe dans les diverses régions du corps.

» I. *Tronc.* — Rien de changé au schéma précédent, sinon que la veine cardinale est séparée de l'aorte et forme dans chaque moitié un quatrième vaisseau longitudinal. Il demeure attaché à l'aorte par de petits filets métamériques visibles encore chez l'adulte. Je pense que ces petits rameaux, continués par mes vaisseaux intermétamériques, sont ceux que Dohrn appelle *A. vertébrales.*

» A part la communication aortique par ces petits rameaux, c'est la veine cardinale qui reçoit dans cette région les vaisseaux de Mayer et les vaisseaux intermétamériques. Ces derniers demeurent nets chez l'adulte; les premiers aussi, et l'on peut reconnaître leur départ dorsal et ventral dans les vaisseaux du péritoine. Il en est de même du vaisseau latéral visible dans le tronc (Widersheim, 3e édition).

» II. *Tête postérieure.* — Du dernier métamère branchial jusque devant le complexe ganglionnaire facial, la cardinale et l'aorte sont encore séparées, mais d'une façon qui n'est pas tout à fait équivalente à ce que nous avons vu dans le tronc. Ici la veine cardinale conserve le départ du vaisseau intermétamérique; mais l'aorte garde l'embouchure du vaisseau branchial. Celui-ci, primitivement identique à un vaisseau de Mayer, en diffère maintenant, par cette différence de la scission artérielle et veineuse dans les deux régions. Le tout ensemble dépend de la localisation de la fonction respiratoire sur les poches métablastiques antérieures.

» Le vaisseau latéral que la veine cardinale croise derrière l'oreille (primitivement au-dessous, elle a passé au-dessus) court à la face *interne* et à la partie supérieure des ganglions craniens, fixant ainsi leur homodynamie avec le nerf latéral, que j'avais indiquée autrefois. Les vaisseaux intermétamériques, au nombre de sept dans cette région (pour six fentes branchiales : l'auriculaire se désigne à nouveau), relient la veine cardinale à ce vaisseau latéral, en passant chacun entre deux ganglions. Le plus antérieur passe entre les deux masses du facial.

» III. *Tête antérieure.* — La veine cardinale et l'aorte ne se séparent pas,

et restent réunies dans la carotide interne, qui continue les *deux* troncs et conserve l'état primitif du vaisseau dorsal.

» Le vaisseau latéral se continue, mais se divise en deux branches supra- et infraorbitaire, suivant les deux troncs nerveux connus, ce qui les indique comme portion du cordon ganglionnaire latéral écartelée par l'œil. Le vaisseau latéral (supérieur seulement au début, les deux branches plus tard) est relié à la carotide (cardino-aortique) par trois vaisseaux intermétamériques (non pas branchiaux) : un entre le facial et le trijumeau (A. choroïdienne), un entre le trijumeau et le ciliaire malgré leur soudure (*A. centralis retinæ*), un troisième entre le ciliaire et le nez. Donc, dans la tête : dix vaisseaux intermétamériques au moins.

» Il m'est impossible de faire ici une bibliographie complète; j'indiquerai seulement quelques raccords avec les observations antérieures.

» Dohrn, poursuivant son excellente mais incomplète idée de l'homodynamie entre l'aorte et la carotide, manque de voir que la carotide se continue aussi avec la cardinale, et conserve, par suite, un caractère tout à fait primitif. La nature morphologique du vaisseau latéral lui échappe. Il l'appelle *carotide extérieure,* et le considère comme détaché de la carotide interne; on peut, en effet, passer soit de l'aorte, soit de la carotide interne dans le vaisseau latéral; mais c'est par le vaisseau intermétamérique interfacial, qui débouche presque au point de convergence de la veine cardinale, aorte et carotide.

» Dohrn a évidemment reconnu quelques vaisseaux intermétamériques de la région branchiale, sans être bien fixé sur leur régularité. Il les appelle *A. vertébrales* et les fait partir de l'aorte; chez l'Axolotl, elles partent certainement de la veine cardinale. Il a, avec la même restriction, reconnu les trois vaisseaux intermétamériques situés entre le ganglion glossopharyngien et la veine hyoïde. Il ne connaît pas ceux de la tête antérieure, ou plutôt les croit branchiaux. Il me semble que les faits que je donne aujourd'hui sont encore plus concordants avec l'idée qu'il poursuivait relativement à la morphologie de la carotide et dont la priorité lui est due.

» Le vaisseau latéral, vu et décrit exactement par Field, du pronéphros au nez, est appelé *jugulaire externe* par cet auteur. Il n'a pas aperçu les vaisseaux intermétamériques de la tête, ce qui, du reste, était accessoire pour son travail.

» Marshall et Bless ont également vu le vaisseau latéral de la tête; ils le nomment *cardinale faciale*, et, d'après eux, il rejoint la cardinale dorsale derrière l'oreille. C'est parfaitement exact; ils ont reconnu en ce point l'un des dix vaisseaux intermétamériques de la tête.

» Il y avait donc un désaccord complet entre de très bons observateurs. Chacun tenait une part de la vérité; mais toutes ces parts étaient différentes. Cela suffit pour montrer à quel point les faits étaient complexes, tout en pouvant rentrer dans une théorie simple. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Belisarius Viguieri, *nouveau Copépode d'eau douce.* Note de M. **Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La famille des Harpactides a peu de représentants (*Canthocamptus, Bradya, Ectinosoma*) dans les eaux douces. J'ai donc pensé utile d'en faire connaître un, trouvé à Alger et qui m'a semblé nouveau spécifiquement et génériquement.

» Par ses contours généraux, le corps du *Belisarius* rappelle complètement celui des *Canthocamptus*. De forme cylindrique, il s'atténue très graduellement et lentement d'avant en arrière, sans rétrécissement brusque au passage du thorax à l'abdomen. Sa longueur, non comprises les soies de la furca, varie entre 570 μ et 600 μ pour les femelles, et 530 μ et 560 μ pour les mâles.

» Le premier segment thoracique est distinct et non soudé avec la tête, comme chez toutes les autres Harpactides connues.

» Le bord frontal antérieur est armé d'un rostre long de 20 μ et un peu recourbé du côté ventral.

» Les premières antennes des femelles, composées de huit articles, égalent à peu près la longueur de la tête. Elles portent un bâtonnet sensoriel sur le quatrième article et ressemblent beaucoup à celles des *Canthocamptus*. Un peu plus longues chez les mâles, elles sont préhensiles l'une et l'autre. Les secondes antennes ont quatre articles, une branche externe composée d'un seul article peu développé, et sont garnies à leur extrémité de longues soies coudées.

» Les mandibules, qui, par leur forme, rappellent surtout celles des Notodelphyides, portent un palpe bifurqué, dont chaque branche est composée d'un seul article. Les maxilles ressemblent surtout à celles des *Dactylopus* et des *Thalestris*.

» Les deux paires de pattes mâchoires sont, comme chez les *Heterochæta* et les *Cyclops*, insérées sur une même ligne transversale. L'extérieure, fortement développée, est armée de nombreuses soies et d'un fort crochet. Elle se rapproche beaucoup de celle des *Dactylopus*. L'intérieure

est réduite à une simple lamelle flabelliforme, bordée de soies pennées.

» Les trois premières paires de pattes thoraciques sont assez semblables entre elles. L'endopodite est plus grêle et légèrement plus court que l'exopodite. La quatrième paire est beaucoup plus grêle et plus courte que les précédentes, et son endopodite composé seulement de deux articles. La cinquième paire est réduite à de simples lamelles ciliées et diffère considérablement d'un sexe à l'autre.

» La grande soie terminale de la furca est moitié plus courte et plus épaisse chez la femelle que chez le mâle.

» Le *Belisarius* est complètement aveugle pendant toute son existence, depuis le premier stade nauplien jusques et y compris son état adulte.

» L'appareil génital femelle se compose de deux ovaires accolés l'un à l'autre et logés à la face dorsale du premier segment thoracique. De l'extrémité antérieure de chaque ovaire descend un oviducte simple et rectiligne. Les deux orifices génitaux sont situés à la face ventrale et sur les côtés du segment génital. Un réservoir séminal, de forme tubulaire et placé parallèlement à l'oviducte, existe de chaque côté. La vulve est située sur la ligne médiane, entre les deux orifices génitaux. Un canal étroit en part de chaque côté, pour aller rejoindre les réservoirs séminaux.

» Les œufs sphériques et d'un diamètre de 50μ sont pondus simultanément un par chaque orifice. La mère ne les porte pas réunis dans des sacs, mais les laisse tomber dans l'eau au fur et à mesure de la ponte, ainsi qu'on l'a déjà constaté chez quelques Calanides. Une femelle isolée a pondu jusqu'à 418 œufs.

» Le testicule est simple et logé dans l'avant-dernier segment abdominal. Son long canal déférent, après avoir décrit une première sinuosité dans les deuxième et troisième segment abdominaux, remonte jusqu'à la limite postérieure du premier segment thoracique, d'où il redescend vers son orifice externe, situé dans le premier segment abdominal.

» Un appareil glandulaire, servant à la copulation, existe symétriquement avec le testicule. Il se compose de deux parties : la glande proprement dite, située en avant, et un gros réservoir de forme sphérique, dans lequel s'accumule une substance visqueuse sécrétée par la glande. Le réservoir occupe toujours le segment génital du côté opposé où vient se terminer le canal déférent du testicule. Suivant les individus, ces deux organes alternent indifféremment entre eux à droite ou à gauche. En outre, j'ai rencontré quelques mâles anormaux chez lesquels le testicule et son canal n'existaient pas, mais qui, en revanche, avaient une glande copula-

trice de chaque côté. L'homologie de ces deux organes est donc indiscutable.

» Dans l'accouplement, le mâle, accroché par ses antennes préhensiles aux grosses soies furcales de la femelle, se colle ventre à ventre avec celle-ci et projette simultanément un spermatophore et la substance visqueuse contenue dans le réservoir. En tuant immédiatement la femelle, on retrouve cette substance visqueuse engluant toute la face ventrale du segment génital et au milieu le spermatophore fixé sur la vulve par son mince pédoncule.

» La glande antennale, facile à voir pendant tous les stades naupliens, est remplacée dès le premier stade cyclopoïde par la glande du test. Celle-ci, à son extrémité interne, s'évase en un large entonnoir dans lequel un appareil vibratoire oscille rapidement. Cet appareil vibratoire constitue un nouveau et puissant argument en faveur de ceux qui considèrent cette glande comme l'homologue des organes segmentaires des Annélides.

» Le développement larvaire se divise en six stades naupliens et six stades cyclopoïdes, y compris l'état adulte. Il y a donc onze mues, dont six naupliennes et cinq cyclopoïdes. J'ai constaté une évolution identique chez le *Canthocamptus staphylinus*.

» La durée de l'existence varie avec la température. Par 18° C., la période d'incubation des œufs dure quatre jours; celle des phases larvaires jusqu'à ponte du premier œuf, quinze jours; enfin, la période de maturité jusqu'à la mort, cinquante-huit jours, soit un total de 77 jours. Par une température de 26° C., j'ai vu ces périodes se raccourcir exactement de moitié et donner un total de trente-huit jours. Ces totaux se rapportent à des femelles. Les mâles vivent quelques jours de plus. »

EMBRYOLOGIE. — *Note sur l'évolution de l'embryon de la poule soumis, pendant l'incubation, à un mouvement de rotation continu.* Note de M. **Dareste.**

» Je me suis posé la question suivante : L'embryon peut-il se développer dans un œuf soumis à un mouvement de rotation continu?

» Pour résoudre cette question, je me suis adressé à un habile horloger, M. Château, qui a construit, d'après mes indications, un appareil pouvant être placé dans une étuve d'Arsonval. L'œuf placé dans cet appareil est soumis à un mouvement de rotation tel que son grand axe tourne dans un

plan vertical. On peut, à l'aide d'un changement dans la disposition du volant, augmenter ou diminuer la vitesse de la rotation, et, par conséquent, le nombre de tours que l'œuf accomplit dans un temps donné.

» J'ai commencé ces expériences en diminuant, autant que possible, la vitesse de rotation, qui était alors à peu près de 90 tours par heure.

» Comme je ne puis mettre qu'un seul œuf à la fois dans l'appareil, les expériences ont été très longues, car j'ai voulu les répéter plusieurs fois avant de les publier.

» Or elles m'ont toujours donné le même résultat, quel que fût le sens dans lequel s'opérait le mouvement de rotation, et aussi quand je changeais toutes les douze heures le sens de ce mouvement.

» L'embryon s'est toujours développé d'une manière normale, mais il n'a jamais dépassé la phase qui correspond à l'époque où l'allantoïde commence à sortir en dehors de la cavité abdominale. Le feuillet des lames latérales qui doit former les parois thoraco-abdominales ne s'était point replié au-dessous de l'embryon, et la gouttière abdominale restait largement ouverte. C'est, comme je l'ai montré depuis longtemps, la permanence de cette gouttière qui produit l'*éventration* ou la *célosomie*.

» La rotation continue de l'œuf pendant l'incubation, même en ne se produisant qu'avec une vitesse peu considérable, paraît donc être un obstacle au développement complet de l'embryon. Je ferai remarquer qu'elle le fait périr au moment de la formation de l'allantoïde, c'est-à-dire à une époque que j'ai signalée depuis longtemps, comme une époque critique de la vie embryonnaire.

» Il serait intéressant de savoir si l'on obtiendrait le même résultat en faisant tourner l'embryon de telle façon que le grand axe de l'œuf restât dans un plan horizontal. Mais je ne pourrai m'en assurer qu'en faisant construire un autre appareil. »

PALÉONTOLOGIE. — *Le boghead d'Autun.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **B. Renault**, présentée par M. Albert Gaudry.

« 1. Les corps jaunes du boghead d'Autun sont des restes d'organismes figurés. Ce sont essentiellement des membranes gélosiques conservées dans un milieu ulmique. Les plus importants de ces corps, ceux qui forment les 755 millièmes de la masse, proviennent d'une algue gélatineuse à thalle massif analogue à certaines Pleurococcacées et Chroococcacées. Ces êtres,

que nous avons nommés *Pila bibractensis*, sont représentés par des ovoïdes d'apparence sphérolithique. Les corps jaunes en minces écailles sont des grains de pollen de Cordaïtes macérés, réduits à leur exine. Malgré leur grand nombre, 25 000 à 80 000 par centimètre cube, ils ne contribuent que pour une part assez faible à la formation de la masse. Dans l'affleurement de l'Orme, là où le boghead a été pénétré par des infiltrations noires, nous trouvons une troisième sorte de corps jaunes représentés par de larges lamelles d'épaisseur variable bordées de fins prolongements : ce sont les membranes gélosiques des thalles du *Bretonia Hardingheni* CEB et MH si répandus dans le houiller moyen.

» 2. Les 245 millièmes du boghead qui ne sont pas des Pilas sont formés par une substance brune, granuleuse, englobant de menus débris dont la plupart sont des fragments végétaux diversement humifiés. Cette substance brune est analogue aux précipités ulmiques que les eaux noires de l'Amérique tropicale abandonnent là où elles se mêlent avec des eaux calcaires.

» 3. La couche du boghead d'Autun résulte de l'accumulation de 1600 à 1800 lits de Pilas tombés en même temps que la matière ulmique et les grains de pollen. C'est la précipitation de la matière ulmique qui paraît avoir provoqué la chute des menus fragments qu'on y trouve. Le boghead à *Reinschia australis* CEB et BR de la Nouvelle-Galles du Sud appartient au même type de formation que le boghead d'Autun; son épaisseur et son extension montrent que les couches de cette sorte peuvent avoir une grande importance.

» 4. Les corps jaunes du boghead d'Autun ne sont donc pas des précipitations gommeuses ou des gouttelettes de résine tombées dans une bouillie de houille pulvérisée. Ce ne sont pas davantage des carbures d'hydrogène ou des résines injectées dans un détritus végétal, comme l'apparence sphérolitique des Pilas semblait l'indiquer. La substance brune fondamentale n'est pas un bitume empâtant une accumulation de débris végétaux. Si donc l'on établit par une étude minéralogique approfondie que les corps jaunes du boghead sont analogues à certaines résines fossiles, il en faudra conclure que, si les corps résinomorphes représentent souvent des produits de sécrétion et des produits artificiels, ils peuvent aussi représenter des organes gélifiés après enfouissement et des organismes gélosiques. C'est même le mode général de conservation des organismes gélosiques enfouis dans les milieux ulmiques. De même, si l'on vient à ranger la substance fondamentale du boghead près des bitumes,

il en faudra conclure que, si ces corps sont souvent des produits artificiels, certains représentent des matières ulmiques condensées.

» 5. L'amoncellement des thalles de Pilas en minces lits horizontaux, où ils sont tous au même degré de développement, sans organes sporigènes et sans organes sexuels, fait penser à des chutes de Fleurs d'eau sur le fond d'une eau tranquille. Ces chutes de Fleurs d'eau sont des phénomènes très rapides. La putréfaction n'a pas eu le temps de se développer dans la masse végétale. Il est vrai qu'il s'agit d'un dépôt formé dans des eaux brunes dont la légère acidité est défavorable au développement de nombreuses bactéries.

» 6. La présence de nombreux grains de pollen entre les Pilas du boghead montre que, en même temps que la végétation algologique couvrait le lac d'Autun, il se produisait des pluies de pollen ou pluies de soufre. Comme ces grains de pollen sont encore plus nombreux dans la trame organique des schistes bitumineux et que cette trame organique est la même que la matière fondamentale du boghead, nous en concluons que le boghead n'est qu'un incident dans la formation des schistes bitumineux du permien de l'Autunois. La formation de lenticules de boghead s'est répétée plusieurs fois, mais restreinte et très localisée. Elle n'a repris une certaine extension qu'au moment de la formation du faux boghead.

» 7. Pendant le tassement de la matière végétale, les acides bruns se sont condensés sur les lamelles moyennes des thalles et sur leurs masses protoplasmiques. Les grains de pollen se sont affaissés. La calcite s'est localisée près de la surface des Pilas comme si ces corps eussent été revêtus d'une mince couche gommeuse différenciée par rapport au reste du thalle et par rapport à la matière fondamentale du dépôt. Lorsque la calcite a pu pénétrer dans les thalles, elle y a formé de grands cristaux lamellaires imparfaits. Nous n'avons pas vu de thalles complètement imprégnés par la calcite. Dans la localité de l'Orme, la matière du dépôt a été pénétrée par des infiltrations noires qui ont été envahies par le *Bretonia Hardingheni*. La plus importante des infiltrations qui ont pénétré le boghead, antérieurement à sa compression, est la *thélotite* qui a introduit dans la masse un carbonide. La thélotite s'est enfoncée en suivant la matière fondamentale et parfois en traversant les thalles. Elle forme des poches qui ont refoulé les thalles voisins en les alignant par rapport à elles. La thélotite a teint en rouge-sang les Pilas qui sont dans son voisinage immédiat.

» 8. La réduction de volume éprouvée par les Pilas pendant la com-

pression du boghead et son retrait est environ 6,6. La réduction atteint 2,6 pour le diamètre vertical, 1,6 pour les diamètres horizontaux.

» 9. Les concrétions siliceuses du boghead ne sont pas des organismes étrangers ou des corps accidentellement enfouis et devenus des centres d'attraction pour la silice. Ce sont des parties du boghead déjà solidifié, comprimé, craquelé par retrait, qui se sont regonflées, puis qui ont localisé la silice. Les parties regonflées ont refoulé le boghead voisin en y provoquant des ruptures, des laminages et des déformations. Souvent la masse regonflée a glissé dans sa loge. Les Pilas, le pollen, la matière fondamentale et la thélotite sont regonflés. Cette dernière est profondément modifiée par cette opération. Dans les thalles de *Pila,* la silice s'est localisée sur les masses protoplasmiques en les isolant des parois et en rejetant celles-ci à la périphérie. Dans les thalles les plus gonflés, les parois forment un sac gommeux qui entoure un sphérolithe de calcédoine. Les masses protoplasmiques sont placées entre le sac et le sphérolithe ou retenues entre les rayons du sphérolithe.

» 10. Nous regardons le boghead comme une roche d'origine végétale et ulmique formée dans des eaux brunes presque sans courant, comme celles de certains points des territoires amazoniens. De temps à autre, une abondante végétation algologique envahissait la surface du lac à la manière de nos Fleurs d'eau. Près de là, des forêts de Cordaïtes donnaient de véritables pluies de pollen. Des poissons vivaient dans ces eaux brunes. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la constitution des épis de fructification du* Sphenophyllum cuneifolium. Note de M. **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« Dans mon Travail sur la *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes,* j'ai décrit et figuré (p. 415-418, Pl. LXIII, fig. 4, 5, 10) quelques épis de fructification de *Sphenophyllum cuneifolium,* assez bien conservés pour qu'on pût y reconnaître certains détails intéressants d'organisation. J'avais constaté notamment que les bractées d'un même verticille paraissaient soudées entre elles à leur base plutôt que simplement contiguës (fig. 10A, 10B); quant aux sporanges, ils m'avaient semblé attachés directement sur les bractées, mais à des distances de l'axe variables suivant le degré de maturité des épis. Certains échantillons montraient même çà et là, entre deux verticilles consécutifs de bractées, des groupes

de deux, parfois de trois sporanges disposés à la suite l'un de l'autre fig. 4, 4A) comme s'ils avaient été rangés le long de ces bractées en séries rayonnantes; mais j'avais pensé qu'il s'agissait là de sporanges détachés et déplacés accidentellement.

» J'ai été amené récemment à reprendre l'étude de ces mêmes épis, à l'occasion de la publication, faite par M. W.-C. Williamson (¹), de nouveaux détails sur la constitution et sur l'attribution du fragment d'épi décrit jadis par lui sous le nom de *Volkmannia Dawsoni* (²) et provenant de l'étage inférieur du Houiller moyen du Lancashire. Dans cet épi, les bractées, disposées en verticille, sont soudées à leur base en un disque mesurant environ 4^{mm} de diamètre; les sporanges, ovoïdes, de $1^{mm},5$ à 2^{mm} de longueur, sont rangés par deux ou par trois les uns à la suite des autres en série rayonnante au-dessus de chaque bractée, de manière à former autour de l'axe, en regard de chaque entrenœud, deux ou trois, quelquefois quatre cercles concentriques, d'ordinaire un peu irréguliers. Ils sont fixés non sur les bractées elles-mêmes, mais à l'extrémité de grêles pédicelles qui se détachent de la face supérieure du limbe de celles-ci, dans la portion où elles sont soudées les unes aux autres, et qui courent ensuite parallèlement à elles, à très faible distance de leur face ventrale. L'axe de l'épi est un axe vasculaire plein à développement centripète, en forme de triangle à côtés concaves, à sommets tronqués, constitué, en un mot, exactement comme le bois primaire des *Sphenophyllum*. M. Williamson avait pensé jadis que cet épi devait appartenir à un *Sphenophyllum* ou à un *Asterophyllites;* mais il est revenu depuis lors sur cette attribution, en raison des caractères tout spéciaux de ces fructifications, et il rapporte définitivement aujourd'hui cet épi au genre *Bowmanites* de Binney, sous le nom de *B. Dawsoni*.

» Frappé de l'identité de certains caractères avec ce que j'avais observé chez le *Sphenoph. cuneifolium*, j'ai examiné à nouveau les échantillons que j'avais entre les mains; j'ai réussi à dégager, sur l'un d'entre eux, de nouveaux épis mieux conservés que les premiers, et j'ai pu compléter cette étude par l'examen d'excellents spécimens du terrain houiller de la Belgique, que M. F. Crépin, directeur du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles, a eu l'extrême obligeance de m'envoyer en communication.

(¹) *On the organisation of the fossil plants of the Coal. measures.* Parts XVII et XVIII (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1890 et 1891).

(²) *On the organization of* Volkmannia Dawsoni (*Mem. lit. and phil. Soc. of Manchester,* 3e série, t. V).

» J'ai reconnu ainsi que les épis du *Sphen. cuneifolium* étaient de tout point *identiques,* tant comme constitution que comme dimensions des diverses parties, à l'épi décrit par M. Williamson : les sporanges y sont réellement plurisériés, c'est-à-dire rangés, dans chaque verticille, suivant plusieurs cercles concentriques. Cette disposition, que je n'avais observée qu'en quelques points, sur des épis très mûrs et déjà dépouillés d'une partie de leurs sporanges, et que j'avais, dans ces conditions, attribuée à un dérangement fortuit, se retrouve d'une façon constante sur des épis moins avancés, mais assez développés déjà pour que les sporanges soient un peu séparés les uns des autres, et non plus fondus en une masse charbonneuse à structure indiscernable comme dans les épis plus jeunes. Sur les échantillons les mieux conservés, on distingue les pédicelles sporangifères, qui, à leur extrémité, se recourbent vers l'axe de l'épi, formant sur une partie du contour du sporange un cordon saillant, distinct du reste de la paroi de celui-ci par les cellules plus grandes qu'on observe à sa surface. Quelques sporanges sont ouverts, divisés en quelque sorte en deux valves par une fente longitudinale : peut-être ces grandes cellules jouaient-elles un rôle dans la déhiscence.

» L'aspect de ces sporanges, ainsi attachés au bout de ces pédicelles recourbés, est exactement, à part les dimensions moindres, celui de sporocarpes de *Marsilea*. L'analogie paraît du reste n'être pas purement superficielle : M. Williamson a reconnu en effet, dans le pédicelle de chaque sporange, un cordon vasculaire bien caractérisé, qui prouve qu'on n'a pas affaire là à une simple formation épidermique, comme pour les sporanges de Fougères ou de Lycopodinées. Il faut, à ce qu'il semble, regarder ces pédicelles comme représentant des lobes ventraux des bractées, analogues au lobe fertile des frondes d'Ophioglossées, ou à ceux des Marsiléacées; seulement ils portent à leur extrémité non pas une série de sporanges comme chez les premières, ou plusieurs de sores comme chez ces dernières, mais un sporange unique à paroi formée d'une seule assise de cellules; M. Williamson a observé, à l'intérieur de ce sporange, de très nombreuses spores, de $0^{mm},10$ à $0^{mm},12$ de diamètre, hérissées de pointes comme celles du *Selaginella inæqualifolia,* et les mêmes dans tous les sporanges, du moins dans tous ceux sur lesquels ont porté les préparations.

» De cette constitution des épis du *Sphen. cuneifolium,* il ressort que, si les *Sphenophyllum* rappellent les Lycopodinées par la structure de leur axe, ils s'en éloignent notablement par la disposition toute spéciale de

leur appareil fructificateur, qui tend à les rapprocher plutôt des Rhizocarpées, et qu'ils doivent donc bien décidément être considérés comme formant une classe distincte parmi les Cryptogames vasculaires.

» J'ajoute que le genre *Bowmanites* doit désormais disparaître de la nomenclature, les *B. cambiensis* et *B. germanicus* étant, à n'en pas douter, aussi bien que le *B. Dawsoni*, des épis de *Sphenophyllum* et pouvant même appartenir, comme lui, au *Sphen. cuneifolium.* »

GÉOLOGIE. — *Aperçu sur la constitution géologique des régions situées entre Bembé et le pic Crampel (Congo) d'après les échantillons recueillis par M. Jean Dybowski.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Au cours de l'expédition qu'il vient d'accomplir, M. Jean Dybowski a recueilli un certain nombre d'échantillons de roches qu'il a bien voulu m'adresser. Une Carte permet de relever la situation d'où proviennent chacun des spécimens et d'arriver à un premier aperçu sur la constitution géologique d'une région qui n'a pu encore être étudiée.

» L'itinéraire suivi, entre Bembé sur l'Oubangui jusqu'au Bled-el-Kouti, est très peu sinueux et se dirige sensiblement du sud au nord, avec une légère inclinaison vers l'est; ses deux extrémités sont situées, la première par 3°7′20″ latitude nord et 17°30′00″ longitude est, et la seconde par 7°26′30″ latitude nord et 17°54′10″ longitude est; il représente environ 360^{km}.

» De l'origine du chemin parcouru, nous avons des échantillons représentant le seuil de Bangui; ils consistent en granulite blanche, à grains très fins, renfermant très peu de mica et des géodes de quartz parfaitement cristallisé. Des infiltrations ferrugineuses ont pénétré dans les fissures, et la surface des blocs est souvent très ocracée. En lames minces, les veinules ferrugineuses encadrent les grains quartzeux d'une manière très remarquable. On doit sans doute trouver l'origine de ces accidents dans les amas épais et continus de limonite globulifère des environs de Bembé. Il est possible de faire des lames translucides dans cette curieuse formation et l'on constate alors sa structure éminemment concrétionnée : en certains points, l'oxyde de fer a empâté des quantités de grains quartzeux très anguleux, de très petites dimensions. Le minerai dont il s'agit et dont l'âge géologique paraît très récent, est exploité activement dans toute la région habitée par les Dakoas; M. Dybowski nous a envoyé un spécimen de fer

obtenu par son moyen et qui paraît très malléable et assez pur. On retrouve la même formation dans le pays Yabanda, et la collection comprend des scories de fourneau résultant de son traitement métallurgique.

» Il faut conclure, des spécimens que j'ai étudiés, que la route suivie par M. Dybowski recoupe trois massifs au moins de roches cristallines, auxquelles ne paraissent associées aucunes formations stratifiées. Ils se présentent : 1° à Zouli, par 5°46′30″ latitude nord et 17°31′20″ longitude est; à Yabanda et au pic Crampel, extrémité nord du voyage.

» *Zouli.* — De Zouli, nous ne pouvons étudier qu'un très beau gneiss noir, surmicacé, à feuillets très minces. Une coupe mince y montre, au microscope, un mélange très intime de quartz granulitique, de mica noir, d'orthose et de microcline, avec de nombreux minéraux accessoires. Parmi ceux-ci, les plus nettement visibles sont le fer oxydulé parfois très bien cristallisé, la tillimanite en petits prismes très actifs, le sphène, le zircone, souvent localisé dans le mica, l'apatite, la cordiérite.

» *Yabanda.* — Le second massif rocheux dont M. Dybowski m'a envoyé des échantillons concerne les hauts plateaux du pays des Marbas et les environs de Yabanda.

» La roche fondamentale y paraît être une granulite parfois très schistoïde, qui se débite en tables assez minces. Dans cette roche à grains très fins, le mica est en toutes petites paillettes; le feldspath abondant se teint, en beaucoup de points, de nuances rosées ou jaunâtres; il comprend de l'orthose et du plagioclase. En lame mince, au microscope, le microcline se signale de tous côtés. On distingue des grains de sphène et de petits zircons bien cristallisés et très nombreux.

» Près de Yabanda, c'est-à-dire à 200^{km} environ au nord de Bembé, M. Dybowsky a recueilli un quartzite schistoïde oligistifère, qui ressemble intimement à certaines itabirites du Brésil et qui renferme des nodules de fer peroxydé sensiblement pur. L'oligiste qui se montre dans la roche, au microscope, sous la forme d'un fin réseau, entre les grains de quartz, passe en maints endroits à la limonite et c'est sans doute la principale origine du minerai de fer récent qui se retrouve ici sur une vaste surface, avec les caractères déjà décrits aux environs de Bembé.

» *Pic Crampel.* — Enfin le massif du pic Crampel paraît constitué par des roches cristallines plus anciennes que les précédentes. Le sommet de la montagne consiste en un très beau gneiss à mica noir, dont les feuillets (dans le petit échantillon que j'ai sous les yeux) sont très contournés et peu parallèles entre eux. Le mica y fait de petits nids; le feldspath remarquablement abondant est fort grenu et d'une limpidité exceptionnelle. A la loupe, on y reconnaît nettement le mélange de l'orthose et du plagioclase.

» La roche, vue en lames minces au microscope sous un grossissement de 80 diamètres, présente une structure éminemment granulitique. Le mica y est en lamelles très écartées les unes des autres, peu larges et de nuances verdâtres ou brunâtres, se colorant brillamment dans la lumière polarisée. Le quartz est assez difficile à distinguer du feldspath sans l'emploi de la lumière polarisée; il constitue des grains très arrondis

noyés dans les silicates. Outre l'orthose, on observe beaucoup de microcline, remarquablement riche en inclusions localisées dans les régions centrales de chaque grain.

» On doit considérer comme un accident de ce gneiss une roche presque entièrement quartzeuse, à structure très grenue, dans laquelle sont disséminées de rares lamelles micacées noirâtres et brunâtres et qui passe insensiblement au quartz hyalin proprement dit. Un échantillon consiste en une sorte de talcschiste; un autre est une belle diorite quartzifère dont la présence dans ce massif offre certainement de l'intérêt.

» Le sol d'une vallée a fourni une roche blanche schistoïde, à grains très fins, qui se rapproche intimement des variétés de leptynites dont on connaît des exemples dans les Alpes et en Laponie. La schistosité de cette belle roche est accompagnée d'une orientation uniforme de la plupart de ses éléments cristallins, d'où résulte que la préparation s'éclaire ou s'assombrit d'*ensemble* pour des directions déterminées du plan de polarisation.

» A cette roche est associé un quartzite talcifère qui se rapproche d'une manière très singulière des itacolumites du Brésil. Un minéral talcqueux y est mélangé au quartz, en petites lamelles qui contribuent d'une manière efficace à la structure schisteuse très caractérisée des échantillons. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note : « Sur les spires étoilées latérales à la nébuleuse de la Lyre. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 juillet 1892.

(*Suite.*)

Association française pour l'avancement des Sciences, fusionnée avec l'Association scientifique de France (fondée par Le Verrier en 1864), reconnue d'utilité publique. Congrès de Marseille, 1891. — M. Jacques Léotard, la disparition ou l'extension de diverses espèces animales. Paris; broch. in-8°.

Mesure de l'intensité de la pesanteur dans la salle du comparateur universel au Bureau international des Poids et Mesures, à Breteuil, par le commandant Defforges, du Service géographique de l'armée française. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fascicule in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch naturwissenschaftliche Classe. Achtundfünfzigster Band. Wien, 1891; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution, to july 1890. Washington, 1891; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juillet 1892.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, *prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours du baron* Jules de Guerne, *chargé des travaux zoologiques à bord.* Fascicule II : *Contribution à l'étude des Spongiaires de l'Atlantique du Nord,* par M. E. Topsent. Imprimerie de Monaco, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

Traité d'Optique, par E. Mascart. Tome III, 1er fasc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série, t. XVI, mai 1892 (Tome XXVII de la collection). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; fasc. in-8°.

Contribution à l'étude de la septicémie gangréneuse chez le cheval, par M. Delamotte. Paris, Asselin et Houzeau, 1891; 1 fasc. in-8°.

Les dérivés tartriques du vin, par le Dr Carles. Bordeaux, Feret et fils; Paris, G. Masson, 1892; 1 br. in-8°.

Observations of double stars made at the United States naval Observatory. Part second, 1880-1891, by Asaph Hall, Professor of Mathematics, U. S. Navy. Washington, government printing office, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

Iconography of australian salsolaceous plants, by baron Ferd. von Mueller. Melbourne, 1891; 1 fasc. in-4°.

Jahresbericht der königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften für das Jahr 1891. Prag, 1892; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, 1891. *Vestnik kralovske ceske spolecnosti náuk trida mathematicko.* Prirodovecka; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 4 juillet 1892.)

Note de M. *F. Parmentier*, Sur les altérations des eaux ferrugineuses :

Page 54, ligne 19, *au lieu de* 11 avril 1881, *lisez* 11 avril 1888.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUILLET 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

HYDRODYNAMIQUE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une légère correction additive qu'il peut y avoir lieu de faire subir aux hauteurs d'eau indiquées par les marégraphes, quand l'agitation houleuse ou clapoteuse de la mer atteint une grande intensité : cas d'une mer clapoteuse;* par M. **J. Boussinesq.**

« Supposons maintenant ([1]) qu'il s'agisse du clapotis produit par la superposition d'un système d'ondes directes propagées vers la côte et du système des ondes réfléchies correspondantes s'en éloignant. Si, alors, 2η désignant encore la hauteur totale des ondes, x est une abscisse horizontale non plus parallèle à la côte, mais comptée à partir de celle-ci suivant

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 77.

le sens perpendiculaire et en s'éloignant du rivage, que l'on prenne, d'ailleurs, pour origine du temps t, un instant où la hauteur de l'eau soit maxima sur le bord $x = 0$, le potentiel φ des déplacements ξ, ζ sera, au lieu de (5),

$$(10) \qquad \varphi = \frac{\eta L}{\pi} \frac{e^{\pi\frac{H-z}{L}} + e^{-\pi\frac{H-z}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}} \cos\frac{\pi x}{L} \cos\frac{\pi t}{T};$$

et l'on aura, sensiblement, pour les deux composantes w, u, verticale et horizontale, de la vitesse en (x, z), les dérivées $\frac{d\zeta}{dt}$, $\frac{d\xi}{dt}$ ou $\frac{d^2\varphi}{dt\,dz}$, $\frac{d^2\varphi}{dt\,dx}$, c'est-à-dire

$$(11) \qquad w = \eta\frac{\pi}{T} \frac{e^{\pi\frac{H-z}{L}} - e^{-\pi\frac{H-z}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}} \cos\frac{\pi x}{L} \sin\frac{\pi t}{T}, \qquad u = \eta\frac{\pi}{T} \frac{e^{\pi\frac{H-z}{L}} + e^{-\pi\frac{H-z}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}} - e^{-\pi\frac{H}{L}}} \sin\frac{\pi x}{L} \sin\frac{\pi t}{T}.$$

» Il ne suffit pas, ici, d'évaluer, pour toute la partie du plan $z = \text{const.}$ que recouvre une vague, la valeur moyenne de ce qu'est aux divers points (x, z) la *dépression moyenne* Δ, prise pendant toute la durée $2T$ d'une période; car cette dépression Δ ne se trouve plus, comme dans le cas d'une houle, identiquement pareille sur tout le plan $z = \text{const.}$ et ne peut plus, dès lors, être confondue avec sa propre moyenne pour toute l'étendue d'une vague, ou valeur moyenne générale obtenue en faisant varier x et t, laquelle seule est le quotient, par g, de la valeur moyenne analogue, ou générale aussi, de w^2. On demande, en effet, de déterminer Δ pour une abscisse particulière, savoir pour l'abscisse $x = 0$, au ventre d'oscillations verticales constitué par la côte, et non d'évaluer la moyenne de Δ sur toute l'étendue d'une vague. Il y a donc lieu de distinguer, pour chaque quantité à considérer, une moyenne locale, obtenue en faisant varier t dans un intervalle $2T$, et une moyenne générale, ou moyenne de moyennes locales, obtenue en faisant varier ensuite x de zéro à $2L$. La formule de la Note du 19 avril ne suffisant plus, il faudra recourir à celle du Mémoire cité de 1883, qui donne, en chaque point (x, z),

$$(12) \qquad \Delta = \text{moyenne locale de } \frac{w^2 + u^2}{2g} + \text{moy. générale de } \frac{w^2 - u^2}{2g}.$$

» Les moyennes locales de w^2 et de u^2 s'obtiendront, au moyen des formules (11) élevées au carré, par la substitution de $\frac{1}{2}$ à $\sin^2\frac{\pi t}{T}$, et leurs propres moyennes, ou moyennes générales, en remplaçant ensuite, de même,

$\cos^2 \frac{\pi x}{L}$, $\sin^2 \frac{\pi x}{L}$ par $\frac{1}{2}$. Il viendra aisément, en éliminant encore T du résultat par le moyen de (4),

$$(13) \qquad \Delta = \frac{\pi \eta^2}{4L} e^{-\frac{2\pi z}{L}} \frac{1 - 4 e^{-2\pi \frac{H-z}{L}} \cos^2 \frac{\pi x}{L} + e^{-4\pi \frac{H-z}{L}}}{1 - e^{-4\pi \frac{H}{L}}}.$$

» Donnons à x la valeur zéro relative à la côte, et nous aurons enfin la formule demandée de la dépression produite dans le marégraphe, au-dessous du niveau moyen de la surface clapoteuse,

$$(14) \qquad \Delta = \frac{\pi \eta^2}{4L} e^{-\frac{2\pi z}{L}} \frac{1 - 4 e^{-2\pi \frac{H-z}{L}} + e^{-4\pi \frac{H-z}{L}}}{1 - e^{-4\pi \frac{H}{L}}}.$$

» Cette dépression, ayant le signe du numérateur de son dernier facteur fractionnaire, est négative (ou se change en une surélévation) lorsque, en posant encore $2\pi \frac{H-z}{L} = \alpha$, l'on a $e^{-\alpha} > 2 - \sqrt{3}$, ou $e^{\alpha} < 2 + \sqrt{3}$, et $\frac{H-z}{L} < \frac{\log(2+\sqrt{3})}{2\pi} = 0,2096$, c'est-à-dire quand l'orifice de communication est à une distance $H - z$ du fond (horizontal) moindre que $\frac{1}{5}$ environ de la demi-longueur d'onde L. Admettons qu'il n'en soit pas ainsi ou que, l'exponentielle $e^{-\alpha}$ se trouvant inférieure à $2 - \sqrt{3}$, le facteur fractionnaire considéré de (14), savoir

$$(15) \qquad \frac{1 - 4e^{-\alpha} + e^{-2\alpha}}{1 - e^{-4\pi \frac{z}{L}} e^{-2\alpha}},$$

soit positif. Comme d'ailleurs celui-ci, différentié en α, donne une dérivée ayant le signe de l'expression évidemment positive

$$(1 - e^{-\alpha})\left(1 - e^{-4\pi \frac{z}{L}} e^{-\alpha}\right) + 1 + e^{-4\pi \frac{z}{L}} e^{-2\alpha},$$

ce facteur (15), le seul par lequel le second membre de (14) dépende de α, sera tout à la fois positif et croissant avec α, ou avec la profondeur totale H; et la dépression (14) éprouvée par le marégraphe atteindra sa plus forte valeur pour $\alpha = \infty$, c'est-à-dire pour une mer d'une profondeur H telle que les mouvements de clapotis soient insensibles sur son fond. Alors on aura $e^{-\alpha} = 0$ et l'expression (14) de Δ, aussi grande que possible

pour les valeurs données de L, η et z, sera

$$\Delta = \frac{\pi\eta^2}{4L} e^{-\frac{2\pi z}{L}}, \tag{16}$$

ou la moitié de ce qu'elle serait pour une houle de même hauteur et de même longueur d'onde que le clapotis considéré.

» Mais, en réalité, les clapotis n'atteignent, contre les jetées où se trouvent d'ordinaire établis les marégraphes, que des demi-hauteurs η très inférieures à celles des fortes houles ; et ils ont des demi-longueurs L beaucoup plus faibles que les leurs, de manière à rendre non seulement le facteur η^2, mais aussi l'exponentielle $e^{-\frac{2\pi z}{L}}$, beaucoup moins sensibles. Aussi la correction (16) et, à plus forte raison, la précédente, plus exacte (14), paraissent-elles devoir rester à peu près toujours négligeables.

» En se donnant, par exemple, une demi-hauteur η de $0^m,10$, avec une demi-longueur d'onde L de 4^m, ce qui répond à un assez fort clapotis (vu la situation ordinaire des marégraphes), et, en supposant, d'ailleurs, de 2^m seulement la profondeur z de l'orifice de communication au-dessous de la surface liquide, il vient

$$\Delta = \frac{\pi}{1600} e^{-\pi} = \frac{0,0314}{16} \times 0,04321 = 0^m,000085,$$

quantité inférieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre.

» Il semble donc que la correction indiquée ici n'atteindra des valeurs sensibles que dans le cas d'assez fortes houles, où elle s'évaluera par la formule (8), parfois réductible à (9) et même, alors, le plus souvent à (9 *bis*). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du proto-iodure de carbone ;* par M. **Henri Moissan**.

« Nous avons indiqué précédemment un nouveau procédé de préparation et quelques propriétés du tétra-iodure de carbone. Ce composé peut s'obtenir, avec facilité, en traitant le tétrachlorure de carbone par le triiodure de bore. Cette réaction qui se produit même à froid, à l'obscurité, fournit en abondance de beaux cristaux rouges de tétra-iodure. Ces premières recherches nous ont amené à continuer l'étude des composés iodés

du carbone. Nous donnerons aujourd'hui la préparation et les propriétés principales d'un nouvel iodure de carbone que, par analogie avec le chlorure similaire, nous appelons *proto-iodure de carbone*. Il répond, en théorie atomique, à la formule C^2I^4.

» *Formation.* — Lorsque l'on abandonne le tétrachlorure de carbone dans le vide, à l'action de la lumière solaire, il ne tarde pas à se dédoubler en fournissant des cristaux d'iode et des aiguilles jaunes, brillantes, de proto-iodure de carbone. Cette action décomposante se produit même à la lumière diffuse et rend la conservation du tétra-iodure de carbone assez difficile.

» Si l'on chauffe progressivement au bain d'huile un tube scellé vide d'air, renfermant des cristaux de tétra-iodure, on remarque vers 120° que de l'iode mis en liberté se condense dans la partie froide du tube, tandis qu'il se produit des cristaux jaunes moins volatils de proto-iodure de carbone.

» Lorsque l'on abandonne une solution de tétra-iodure de carbone dans le tétrachlorure ou dans le sulfure de carbone au contact de métaux, tels que le sodium, le mercure et l'argent, la solution se décolore à froid et ne tarde pas à prendre la teinte jaune du proto-iodure de carbone.

» *Préparation.* — Pour préparer une notable quantité de proto-iodure de carbone, on réduit le tétra-iodure par l'argent en poudre. Pour cela, on introduit, dans un matras bien sec, du tétra-iodure de carbone pur et la quantité suffisante de tétrachlorure ou de sulfure de carbone nécessaire à la dissolution. On refroidit dans un courant d'eau et l'on ajoute par petite portion la quantité d'argent nécessaire pour enlever au tétra-iodure la moitié de son iode.

» Le matras est ensuite scellé et on laisse la réaction se produire à froid jusqu'à ce que le liquide ne présente plus qu'une teinte jaune pâle.

» Aux environs de la température de 50° un excès d'argent produit une réduction complète avec dépôt de charbon.

» Lorsque la réaction est terminée, on décante le liquide, on épuise le résidu d'iodure d'argent par une nouvelle quantité de tétrachlorure de carbone, puis les liquides sont filtrés et distillés incomplètement au bain-marie.

» Par refroidissement, la solution abandonne des aiguilles jaunes très brillantes de tétra-iodure de carbone.

» On peut purifier ces cristaux, soit par une nouvelle cristallisation dans le tétrachlorure, soit par sublimation dans le vide.

» *Propriétés.* — Le proto-iodure de carbone se présente en beaux cristaux de couleur jaune pâle, d'une densité de 4,38, fondant à 185° et volatils

sans décomposition au-dessus de leur point de fusion. Par volatilisation lente dans le vide, à la température de 100° à 120°, on obtient en quelques jours de beaux cristaux transparents dont certains se présentent en tables hexagonales très réfringentes. Ce composé commence à se dissocier vers 200°; de l'iode est mis en liberté et il se forme un résidu noir de carbone.

» Le proto-iodure de carbone est très soluble dans le sulfure de carbone; il se dissout également dans le tétrachlorure et l'éther ordinaire qui, par refroidissement, l'abandonne très bien cristallisé. Il est peu soluble dans l'alcool anhydre froid, mais il se dissout dans ce liquide à l'ébullition, et se dépose ensuite sous forme de petits prismes brillants.

» L'hydrogène est sans action sur le proto-iodure de carbone. Chauffé vers 200° dans ce gaz, il se volatilise sans produire d'acide iodhydrique.

» Le chlore et le brome n'attaquent pas à froid le proto-iodure de carbone. A chaud, ils sont absorbés sans qu'il y ait mise en liberté d'iode. Il se forme dans ce cas un bromo-iodure et un chloro-iodure, dont nous n'avons pu fixer encore la composition.

» Chauffé dans l'oxygène, le proto-iodure de carbone fond sans s'altérer, puis se dissocie en iode et charbon, et ce dernier corps ne tarde pas à brûler en produisant de l'acide carbonique.

» A la température de 110°, le soufre ne réagit point sur le proto-iodure de carbone. Au-dessus, la réaction ne tarde pas à s'établir, avec mise en liberté d'iode et formation de sulfure de carbone.

» Le phosphore, à sa température de fusion, ne réagit pas sur le proto-iodure de carbone solide; mais, si l'on continue à élever la température, le mélange devient incandescent, l'excès de phosphore se volatilise, et il reste une masse noire phosphorée partiellement attaquable par l'acide nitrique.

» Le proto-iodure de carbone possède une grande stabilité. Une solution étendue de permanganate de potassium ou d'acide chromique maintenue à l'ébullition ne l'oxyde point. Même l'acide nitrique monohydraté bouillant ne peut pas l'oxyder. Il faut chauffer le mélange d'acide et de proto-iodure en tube scellé, à la température de 180°, pour obtenir une destruction complète.

» L'acide sulfurique le décompose avec production de vapeurs d'iode et d'acide sulfureux vers 250°.

» Les solutions saturées d'acide chlorhydrique et d'acide iodhydrique n'attaquent pas le proto-iodure de carbone même à l'ébullition.

» Une solution bouillante de potasse n'attaque pas sensiblement le proto-iodure de carbone. L'hydrate de potasse en fusion produit de l'iodoforme, de l'iodure et du carbonate de potassium.

» Le fluorure d'argent ne réagit pas sur le proto-iodure de carbone, en solution dans le tétrachlorure, à la température d'ébullition de ce dernier composé.

» *Analyse.* — Le dosage du carbone a été fait par combustion en ayant soin d'ajouter dans le tube de verre une longue colonne de poudre d'argent. Nous avons constaté, en même temps, que ce nouveau composé ne renfermait point trace d'hydrogène.

» L'iode a été dosé sous forme d'iodure d'argent par la méthode de Carius.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

			Théorie pour C^2I^4.
Iode............	95,02	95,24	95,4
Carbone........	4,29	4,40	4,6

» En résumé, on peut préparer avec facilité un nouvel iodure de carbone répondant à la formule C^2I^4, en décomposant le tétra-iodure grâce à une faible élévation de température, ou en réduisant ce même composé en solution sulfocarbonique par la poudre d'argent. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une des réactions de la spermine.* Note de M. **Duclaux.**

« Parmi les expériences sur lesquelles, dans une Note récente (p. 129), M. Poehl appuie son explication du rôle physiologique de la spermine, il y en a une, plus facile à étudier de près que ne le sont les autres : c'est celle dans laquelle on fait agir le chlorure d'or sur le magnésium en poudre. En l'absence de spermine, on n'a, dit M. Poehl, « que du gaz » hydrogène et un peu de chlorure de magnésium. Mais que l'on vienne » à ajouter au chlorure d'or un peu de chlorhydrate de spermine, aussitôt » une mousse abondante d'hydrate de magnésie se produit et remplit le » vase, en même temps qu'il se dégage l'odeur du sperme humain... La » solution filtrée, pour séparer la magnésie, peut reproduire encore une » fois le même effet... Dans cette réaction, la spermine favorise, par son

» contact, l'oxydation rapide du magnésium aux dépens de la décompo-
» sition de l'eau. »

» Quand M. Poehl m'a fait l'honneur de me montrer cette expérience, je lui ai fait remarquer qu'elle comportait une interprétation toute différente dans laquelle entrait en jeu, non pas cette propriété chimique de la spermine d'être, par sa présence seule, un excitant des oxydations, mais simplement cette propriété physique, commune à tant d'autres substances, de rendre mousseux le liquide dans lequel la réaction s'accomplissait. Cette mousse se gonfle en retenant l'hydrogène, s'épaissit en empâtant la magnésie, active l'action en étalant le magnésium sur la très grande surface de ses parois liquides; le liquide s'échauffe, et l'on peut sentir l'odeur de la spermine, mise en liberté par la magnésie. Enfin, si la spermine se borne à rendre le liquide mousseux, il n'est pas surprenant qu'on puisse la retrouver intacte, ou à peu près, à la fin de l'opération.

» Cette explication n'avait que la valeur d'une hypothèse, mais elle était plausible. Quand j'ai vu que M. Poehl ne l'avait pas visée dans sa Note, je me suis hâté de la soumettre à un contrôle expérimental, et je la considère aujourd'hui comme tout à fait exacte.

» On peut reproduire l'expérience de M. Poehl avec une foule de corps ayant la propriété de rendre le liquide mousseux ou visqueux, l'eau de savon, la saponine, la panamine, même l'albumine d'œuf. Avec la saponine, la mousse est même plus abondante et plus ferme qu'avec la spermine. L'action, énergique au début, ne tarde pas à se calmer; elle le fait d'autant plus tôt qu'elle a été plus rapide au début. Par contre, si l'on n'ajoute rien pour rendre le liquide mousseux, l'action est plus lente, mais elle est plus constante, et finalement, quand on la laisse s'épuiser, on s'aperçoit qu'il y a à très peu près la même quantité de magnésie produite dans tous les cas.

» Voici, par exemple, ce qu'il a fallu de centimètres cubes d'acide sulfurique décime pour saturer, après vingt-quatre heures de contact, trois liquides contenant chacun $0^{gr},100$ de magnésium en poudre, $0^{gr},040$ de chlorure d'or et 25^{cc} d'eau.

	Acide sulfurique décime.
Ce liquide sans addition a exigé................	$18^{cc},8$
Ce liquide avec $0^{gr},010$ de spermine.............	19,0
Ce liquide avec $0^{gr},010$ de saponine.............	19,2

» On peut, si l'on veut, diminuer beaucoup la proportion de chlorure d'or; il n'intervient qu'en se réduisant dès le début et en donnant un dépôt d'or, dont l'effet est d'activer, par voie électrochimique, la décomposition de l'eau par le magnésium; mais il me semble que cet or est le seul corps de la réaction dont on puisse dire qu'il intervient chimiquement par sa seule présence. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Macaque fossile des phosphorites quaternaires de l'Algérie,* Macacus trarensis; par M. A. POMEL.

« Dans une Communication antérieure, j'ai donné quelques indications sur des gisements d'ossements de petits Vertébrés, parmi lesquels des genres et des espèces de Rongeurs aujourd'hui disparus donnent une présomption sérieuse d'ancienneté relative dans la série quaternaire. Dans cette Note, j'aurai à m'occuper d'une espèce de Singe du même gisement, représenté par de nombreux ossements des membres, mais dont la tête et la dentition sont encore inconnues, ce qui peut laisser quelque doute sur l'attribution générique.

» La pièce la plus importante, parce qu'elle est complète, est un humérus long de $0^m,170$, large en haut de $0^m,028$ et en bas de $0^m,033$, ayant de plus grande épaisseur au bas de la surface deltoïdienne $0^m,018$. Les mêmes mesures dans un Macaque bien adulte sont : $0^m,156$; $0^m,022$; $0^m,030$; $0^m,012$. C'était donc un animal à peine plus grand que le Macaque vivant de la côte barbaresque, mais beaucoup plus trapu et robustement membré. Les deux os se ressemblent, du reste, beaucoup dans leur profil et dans leurs inflexions, mais il y a de notables différences dans les détails. La carène, qui, à la face postérieure, descend de la tête supérieure, est presque obtuse et non en arête saillante comme dans le vivant; elle s'efface près du milieu et se relie peu à l'arête externe, quoique celle-ci remonte plus haut au-dessus de l'épitrochlée. Le corps de l'os n'est pas aussi fortement et aussi brusquement contracté sous la tête supérieure. La surface deltoïdienne s'appuie sur une arête antérieure plus épaisse et une arête extérieure plus robuste, moins pincée, et elle descend presque jusque vers le milieu de l'os pour se prolonger en arête plus accentuée, bordant un méplat prolongé vers le bord de l'épitrochlée. Dans le Macaque, l'impression deltoïdienne dépasse peu le $\frac{1}{3}$, et le prolongement de son arête

borde un méplat plus étroit qui s'efface avant d'atteindre la trochlée, audessus de laquelle la diaphyse est tout à fait arrondie.

» La partie postérieure de la trochlée est plus serrée, et la cavité olécranienne, un peu moins large, est plus fortement et plus profondément encadrée entre des bords plus épais et plus robustes. La crête épitrochléenne externe est moins saillante, moins amincie et remonte plus haut. La trochlée est plus robuste, sa saillie interne est moins étalée, sa saillie médiane est plus épaisse, et son condyle externe plus allongé. Dans le fond de la cavité olécranienne, on aperçoit un foramen petit et arrondi près du bord extérieur, qui persiste depuis le plus jeune âge jusque presque à l'adulte et qui ne s'oblitère que chez les plus âgés. Observé sur un fragment de trochlée, ce trou anormal avait détourné ma pensée de la nature simienne de cet ossement et m'avait fortement intrigué. Un examen attentif de la trochlée du Macaque m'a montré par transparence un foramen semblablement placé et oblitéré; c'est donc une structure normale du genre, dans le jeune âge.

» En somme, cet ossement indique un animal bien plus robuste, à membres non seulement plus forts, mais plus solidement articulés, en vue peut-être d'habitudes plus arboricoles. Il semble bien indiquer le type macaque; mais, en même temps, il laisse peu de doute sur son indépendance spécifique.

» L'avant-bras n'est connu que par des os épiphysés ou brisés, qui tous sont plus robustes que les analogues du Macaque; le cubitus a la gouttière qui descend en dehors et sous la facette radiale bien plus superficielle et presque un simple méplat. Le fémur n'est point entier, mais ses rapports d'épaisseur sont les mêmes que pour l'humérus. Le petit trochanter est plus épais, plus saillant, ce qui, avec une situation un peu inférieure, augmente la cavité trochantérienne. La plus grande largeur en haut est de $0^m,042$, vers le bas de $0^m,030$; l'épaisseur vers le milieu est de $0^m,016$. Dans le Macaque, les mêmes mesures sont $0^m,035$; $0^m,026$; $0^m,013$. La poulie rotulienne est également plus large. Le tibia est aussi bien plus robuste, avec ses arêtes plus épaisses, plus mousses dans le haut de la face postérieure. La tête supérieure est large de $0^m,035$; l'inférieure de $0^m,021$. Les mêmes mesures sont chez le Macaque $0^m,029$; $0^m,017$. L'apophyse maléolaire est plus saillante et plus robuste.

» Un humérus et un tibia, paraissant avoir appartenu à un même sujet, peut-être même un fœtus, peuvent seuls nous donner une indication sur la

largeur comparée des membres antérieurs et postérieurs. Le premier a la petite perforation olécranienne et est long de $0^m,076$; le second de $0^m,080$; ce qui répond presque aux proportions d'un Macaque adulte : ce sont là toutefois des longueurs de diaphyses dont les rapports pourraient bien être modifiés par la croissance.

» J'ai aussi quelques os du pied. Le métatarsien du pouce a la longueur de celui du Macaque; il en a aussi la forme, sauf plus d'épaisseur aux articulations et moins de gracilité du corps de l'os. Longueur, $0^m,035$; largeur en haut, $0^m,012$; au milieu, $0^m,006$; en bas, $0^m,009$. Les mêmes mesures dans le Macaque sont $0^m,009$; $0^m,005$; $0^m,007$. Un autre exemplaire, quoique épiphyse en haut et d'un jeune, est tout aussi robuste et presque aussi grand que l'adulte.

» Un troisième métatarsien est épiphysé en bas et peut être du même individu; il pourrait, dans ce cas, avoir atteint sa grandeur normale; long comme celui de notre Macaque de comparaison, il est beaucoup plus robuste. Un autre exemplaire d'adulte est encore beaucoup plus robuste; il est long de $0^m,058$; sa largeur en haut est $0^m,012$; au milieu, $0^m,07$; en bas, $0^m,040$. Chez le Macaque on trouve $0^m,009$; $0^m,005$; $0^m,007$. Il semblerait indiquer une prééminence du doigt médius dans le pied; mais je croirais plutôt qu'il a appartenu à un sujet plus développé que les autres, et probablement à un vieux mâle.

» Un quatrième métatarsien adulte paraît correspondre à celui du pouce d'adulte signalé ci-dessus; il a les mêmes analogies de proportions, même longueur que chez le vivant, mais beaucoup plus d'épaisseur, surtout aux articulations.

» Un cinquième métatarsien est aussi connu; mais je ne puis le comparer à celui du Singe vivant, qui manque à mon squelette. Longueur, $0^m,060$; largeur sous l'articulation supérieure, $0^m,009$; largeur au milieu, $0^m,006$.

» En somme, le pied n'était pas plus long que chez le Macaque; mais il devait être plus large et plus robuste. Les proportions des doigts entre eux ne devaient pas sensiblement différer.

» Les ossements de cette espèce fossile sont assez nombreux dans les phosphorites d'Aïn-Mefta; les adultes y sont les plus rares; les jeunes y présentent tous les degrés de croissance, depuis l'âge fœtal. Ils sont mêlés aux petits os de Rongeurs. Les animaux ont dû habiter les grottes ou les anfractuosités de rochers, où les Rapaces nocturnes entassaient leurs réjections. Je n'ai pu encore rien observer qui indique une intervention quelconque de l'homme dans ces accumulations d'ossements.

» Je crois, en définitive, que notre Singe est bien un Macaque. Cependant les genres créés dans ce groupe sont si peu différenciés, qu'il sera utile de posséder la tête et la dentition pour l'affirmer. Quant à l'espèce, elle me paraît bien nouvelle, et je me propose de la désigner sous le nom de *Macacus trarensis*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Projet d'observatoires météorologiques sur l'Océan Atlantique;* par **Albert Ier**, Prince de Monaco.

« Mes diverses campagnes maritimes et mes recherches sur l'Océanographie m'avaient fait songer depuis quelque temps aux avantages que la Météorologie pourrait trouver à la création d'un certain nombre d'observatoires sur les îles éparses de l'Atlantique.

» Le moment n'était pas favorable jusqu'ici pour mettre cette question en avant, car l'un des plus importants de ces groupes d'îles, celui des Açores, n'était encore relié par le télégraphe à aucun continent. Mais une compagnie française, qui vient d'obtenir la concession d'un câble transatlantique nouveau, va combler cette lacune : le travail sera sans doute exécuté dans le courant de 1893.

» Il sera possible, dès lors, de connaître à tout instant, par les télégrammes expédiés du cap Vert, des Antilles, des Bermudes et des Açores, la marche des perturbations atmosphériques qui se forment sur l'Atlantique; et la prévision du temps réalisera de grands progrès, en attendant que ces stations soient multipliées sur toutes les mers du globe.

» Des observations recueillies et centralisées aux îles du Cap Vert seraient intéressantes, parce que ces îles sont placées non loin de la région où se forment la plupart des grands cyclones qui passent sur les Antilles et les États-Unis, et qui, obliquant ensuite vers l'est, atteignent souvent les côtes d'Europe.

» Les îles Bermudes seraient très bien situées au point de vue de notre continent pour un deuxième observatoire, car on peut affirmer que la majorité des perturbations dont le centre a passé au voisinage de ces îles affecteront l'Europe plus ou moins.

» Enfin les Açores, que leur situation met presque au centre des courbes tracées par le déplacement des perturbations atmosphériques nées sur l'Atlantique, et par la circulation tourbillonnaire des courants marins superficiels, les Açores s'imposent comme troisième centre d'observations.

Et même, je voudrais utiliser le mont Pico, qui s'élève sur l'une d'elles à la hauteur de 2222^m, pour y établir un poste supplémentaire qui fournirait des observations sur les mouvements des couches supérieures de l'atmosphère, au milieu de l'Atlantique.

» Si, en plus des observatoires que j'indique, on en créait d'autres à Madère et aux Canaries, il est certain que le réseau plus serré des observations donnerait de meilleurs résultats.

» Tous ces postes pourraient recueillir certaines observations faites en mer le jour ou la veille par des navires arrivant en relâche, et ceci permettrait d'élargir souvent jusqu'à plusieurs centaines de milles le périmètre des observations qui fourniraient à chaque poste les éléments de ses dépêches météorologiques.

» La principauté de Monaco, où existe déjà un observatoire météorologique créé et dirigé avec beaucoup de science par le docteur Gueirard, offrirait alors de centraliser toutes ces observations océaniennes, d'en tirer des conséquences pour la prévision du temps et de faire connaître celles-ci à tous les centres intéressés.

» Il me semble que la meilleure marche à suivre pour obtenir la réalisation de ce plan serait de provoquer une entente des pays les plus intéressés au progrès de la Météorologie pratique; on gagnerait à cela plus d'homogénéité dans les méthodes suivies. J'ai donc l'intention de proposer la réunion de savants délégués par ces différents pays, qui apporteront à la constitution définitive du projet les éclaircissements de leurs compétences spéciales. »

M. **Mascart**, à l'occasion de cette Communication, ajoute que les météorologistes ont signalé depuis longtemps l'importance que présenteraient les observations des Açores, en particulier, s'il était possible de les transmettre en Europe par le télégraphe. C'est, en effet, dans cette région que paraît être l'origine des principaux troubles atmosphériques qui abordent nos côtes. Les services qui ont la responsabilité délicate de la prévision du temps accueilleront donc avec une grande satisfaction le projet formé par M. le Prince de Monaco, de créer des observatoires dans les principales îles de l'Océan, dès qu'elles seront réunies par des câbles électriques.

M. **Bouquet de la Grye** appuie la proposition de S. A. le Prince de Monaco, parce que des observations météorologiques faites loin des con-

tinents permettront, bien mieux que celles obtenues en Europe, de rechercher les effets produits sur l'atmosphère par les phénomènes astronomiques.

En mettant en équation les chiffres obtenus aux Açores, à Madère, etc., on trouvera que l'influence de notre satellite sur la marche des cyclones est loin d'être nulle; il en sera de même de son action sur la pression et la direction du vent en général. Nous pourrons ainsi faire quelques pas de plus en avant, dans une Science naissante mais bien compliquée.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu Sir *George Airy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. van Beneden obtient.	35	suffrages.
M. Nordenskiöld	3	»
M. Lister	2	»
M. Newcomb	1	»
M. Weierstrass.	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **van Beneden**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. **Perrotin**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remerciements à l'Académie.

CALORIMÉTRIE. — *Sur la chaleur spécifique et la chaleur latente de fusion de l'aluminium*. Note de M. **J. Pionchon**.

« Parmi les corps auxquels j'ai entrepris d'appliquer la méthode de détermination des chaleurs spécifiques aux températures élevées, dont

j'ai déjà montré, par des exemples variés, toute la généralité [1], l'aluminium était un de ceux qui devaient d'abord fixer mon attention.

» J'ai pris pour objet de mes recherches le métal que l'usine française de Froges (Isère) fabrique maintenant en abondance et à bas prix pour les besoins de l'industrie. Ce métal ne diffère pas beaucoup de l'aluminium pur, car il ne contient guère que 0,9 pour 100 d'impuretés, consistant en traces de fer et de silicium.

» La quantité de chaleur q_0^t mise en jeu par le passage de 1gr de ce métal de la température de 0°C. à la température de t° peut être représentée jusqu'à 580° par la formule suivante

$$q_0^t = 0{,}393t - \frac{291{,}86t}{1517{,}8 + t}, \qquad (1)$$

et au-dessus de 630° jusqu'à 800°, limite de mes expériences, par la formule

$$q_0^t = 0{,}308t - 46{,}9. \qquad (2)$$

» Voici la comparaison des nombres calculés par ces formules avec les résultats fournis par l'expérience :

t.	q_0^t observé.	q_0^t calculé.	Differ.	t.	q_0^t observé.	q_0^t calculé.	Differ.
			I.				
94°,1	20,31	19,95	+0,36	406°	98,15	97,96	+0,19
258	58,87	59,00	−0,13	448,5	109,45	109,69	−0,24
269,4	62,04	61,88	+0,16	450,6	110,29	110,27	+0,02
273	62,39	62,79	−0,40	482	119,25	119,08	+0,17
277	63,58	63,82	−0,24	489,8	121,22	121,29	−0,07
281,8	65,40	65,04	+0,36	503	125,42	125,03	+0,39
304,8	70,90	70,97	−0,07	513,7	127,93	128,08	−0,15
312	72,77	72,85	−0,08	529,4	132,58	132,58	0,00
331	77,88	77,83	+0,05	569,1	144,11	144,06	+0,05
267,5	87,55	87,53	+0,02	580,2	147,54	147,31	+0,23
372	88,57	88,75	−0,18				
			II.				
630,4	241,03	241,06	−0,03	733,8	272,59	272,91	−0,32
635,6	242,90	242,66	+0,24	733	273,18	272,66	+0,52
658	248,97	249,56	−0,59				

[1] Voir *Comptes rendus*, 11 mars 1886, 21 juin 1886, 6 décembre 1886, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. II, p. 33; 1887.

» Quand on examine la ligne qui représente les valeurs de q_0^t fournies par l'expérience, on voit que jusqu'à 580° elle présente une courbure modérée et assez lentement croissante. En effet, la chaleur spécifique vraie, qui est $\gamma_0 = 0{,}201$ à 0°, devient $\gamma_{550} = 0{,}2894$ à 550°. Mais vers 580° la courbe se relève très rapidement pour devenir, entre 623° et 628°, presque verticale.

» En effet, on a

$$
\begin{aligned}
q_0^{604,8} &= 156{,}85,\\
q_0^{610,5} &= 170{,}60,\\
q_0^{618} &= 181{,}8,\\
q_0^{622,9} &= 195{,}57,\\
q_0^{628,4} &= 234{,}55.
\end{aligned}
$$

» A partir de 580°, la fusion se prépare; à 628° elle est achevée.

» La période préparatoire à la fusion est ici plus étendue et plus marquée que pour les autres métaux; j'ai cherché si elle ne serait pas accusée par quelque particularité visible dans l'état du métal. En chauffant progressivement au moyen d'un chalumeau un fragment d'aluminium, j'ai constaté, en effet, qu'un peu avant la fusion, à la température où le régime d'échauffement change si complètement d'allure, le métal prend une structure singulière. Il devient friable et s'écrase sous la moindre pression, comme le ferait un petit amas de sable un peu humide. Sa structure est alors grenue; il paraît constitué par une agglomération de petits grains sphériques, très faiblement liés ensemble. Cette structure grenue demeure visible à froid, si on laisse revenir le métal à la température ordinaire; toutefois, il reprend alors sa solidité primitive. Si l'on pousse l'échauffement au delà de cette période de friabilité, on obtient un globule parfaitement fluide, entouré d'une sorte de sac formé par une pellicule d'oxyde.

» Cette observation donne la raison de la recommandation qui est faite aux artisans ayant à forger l'aluminium, de ne pas dépasser, dans le réchauffement du métal une certaine limite de température, marquée par la volatilisation complète, sans décomposition, d'une goutte d'huile à graisser mise à la surface. Au delà de cette limite, en effet, les objets à forger tomberaient, en quelque sorte, en poussière.

» On trouve, dans les nombreuses publications relatives à l'aluminium, une très grande divergence au sujet de son point de fusion. Le lecteur que cette donnée intéresse se trouve en présence de nombres qui vont de 600°

à 800°. Mes expériences donnent raison aux expérimentateurs qui ont fixé ce point à 625°. La quantité totale de chaleur qu'il faut fournir à 1^{gr} d'aluminium pour l'amener de la température de 0° à l'état de fusion (à 625°) est, d'après la formule (2) ci-dessus,

$$q_0^{625} = 239,4.$$

» L'étude de l'aluminium fondu présente une nouvelle confirmation de ce fait que la valeur de la chaleur spécifique immédiatement après la fusion n'est pas très différente de celle qu'elle possède immédiatement avant. On voit en effet, par les résultats qui précèdent, que $\gamma_{550} = 0,2894$ et que $\gamma_{650} = 0,308$.

» Mais le fait le plus remarquable peut-être, qui ressort de l'étude précédente, est l'énorme distance qui sépare la ligne représentant les valeurs de q_0^t relatives au métal fondu, de celle qui correspond au métal solide avant la fusion. La distance de ces deux lignes, estimée parallèlement aux coordonnées, correspond à 80^{cal}. Telle serait la chaleur latente de fusion de l'aluminium. Tous ceux qui ont fondu de l'aluminium savent combien cette fusion est laborieuse et combien une masse un peu grande de métal fondu met ensuite de temps à se solidifier. On soupçonnait donc la chaleur latente de fusion de l'aluminium d'être notablement plus grande que celle des autres métaux; mais on ne s'attendait pas à la trouver égale à celle de l'eau. On se serait trompé singulièrement, si l'on avait voulu la déduire de la valeur du module d'élasticité par la règle de Person. Une série d'expériences, faites sur des fils d'aluminium de différents diamètres, m'a donné pour valeur de module d'élasticité de ce métal $E = 7287 \frac{kg}{mm^2}$. Avec ce chiffre, en comparant l'aluminium à l'argent, on trouverait, par la règle de Person, $L = 38,38$, valeur qui n'est pas même la moitié de la véritable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de la constante diélectrique.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. A. Potier.

« Dans une précédente Communication, j'ai donné la valeur de la constante diélectrique du verre, mesurée à l'aide des charges oscillantes de diverses périodes.

» Voici les nombres trouvés par d'autres procédés :

» 1° *Méthode du prisme.* — Un grand prisme rectangulaire en verre [1],

[1] Ce prisme en verre d'optique pèse 65^{kg}. Ses dimensions sont approximative-

gracieusement offert par la Société de Saint-Gobain au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille, en vue de ces recherches, a été substitué au prisme de résine employé dans mes recherches sur la déviation des surfaces équipotentielles (1). Le nombre trouvé pour k est 2,39. L'expérience est d'ailleurs beaucoup plus délicate qu'avec la résine, à cause de l'hygroscopicité du verre, et ne réussit que par des temps exceptionnellement secs.

» 2° *Méthode du galvanomètre balistique* (2). — Pour des durées de charge variant de $0^{sec},004$ à $0^{sec},02$, k a été trouvé égal à 5,83; cette valeur était erronée par défaut, la méthode employée n'étant pas absolument correcte.

» Enfin, je rappellerai ici les nombres trouvés par la méthode des oscillations électromagnétiques : par M. S. Thomson (3) 2,7; par M. Blondlot (4) 2,8; valeurs voisines de celles que je trouve par les oscillations dont la période est $72,7.10^{-10}$ secondes. Les oscillations employées par M. Blondlot, eu égard aux dimensions de son appareil, pouvaient être de cet ordre de fréquence.

» Je réunis ici en un Tableau les résultats trouvés pour la résine et le verre.

		Oscillations.		Galv. balistique.	Méthodes statique.	Méthodes d'attraction.	Prisme.
Résine.	Durée de la charge.	400.10^{-10} sec.		de $0^{sec},0025$ à 0,022	longue	longue	longue
	k	2,07		2,02 par défaut	2,88	5,4	de 2,00 à 2,10
Verre..	Durée de la charge.	$72,7.10^{-10}$	880.10^{-10}	de $0^{sec},004$ à 0,02			longue
	k	2,71	6,10	5,83 par défaut			2,39

» En examinant les nombres contenus dans ce Tableau, on remarque un accord intéressant entre la valeur de k donnée par la méthode du prisme et les valeurs données par les oscillations les plus rapides. Cet accord est surtout frappant pour le verre, où k varie de 2,39 à 6,10.

» Ce fait s'explique très bien, si l'on admet que la charge résiduelle est due à la polarisation de cellules électrolytiques réparties d'une manière arbitraire dans toute la masse du diélectrique, la polarisation de ces cel-

---

ment : hauteur, 35^{cm}; base, $26^{cm},5$, 57^{cm}, 63^{cm}. Qu'il me soit permis d'exprimer ici toute ma reconnaissance à la Société de Saint-Gobain.

(1) Perot, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 415.

(2) Perot, *Journal de Physique*, 2e série, t. X.

(3) S. Thomson, *Proceedings of the Royal Society*, 20 juin 1889.

(4) Blondlot, *Société de Physique*, 2e série, t. X, p. 197.

lules n'ayant pas d'influence sur la direction des lignes de force, ainsi que je l'ai fait remarquer à propos du prisme de résine. Le résidu n'intervient pas dans cette méthode de mesure, tandis que dans toutes les autres son influence se fait sentir.

» En résumé, si l'on détermine k par la mesure de la capacité d'un condensateur, on trouve un nombre qui décroît avec la durée de la charge, et tend vers une limite qui paraît être égale au nombre donné par la mesure de la déviation des surfaces équipotentielles; *cette valeur serait la véritable constante diélectrique*. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le principe du travail maximum.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« Le principe du travail maximum de M. Berthelot a reçu aujourd'hui des vérifications expérimentales si nombreuses, que son exactitude générale ne saurait être contestée; il semble, néanmoins, contredit par quelques conséquences des principes fondamentaux de la Thermodynamique, dont l'exactitude paraît être également au-dessus de toute discussion. Il m'a semblé intéressant de préciser la nature du désaccord et de rechercher si son existence ne serait pas beaucoup plus apparente que réelle.

» Il résulte des principes de la Thermodynamique que toute réaction se produisant spontanément est nécessairement accompagnée d'une diminution de l'énergie utilisable du système chimique, c'est-à-dire que cette réaction, utilisée pour actionner une machine parfaite, doit fournir une quantité positive de travail. Si plusieurs réactions sont possibles, celle qui tendra finalement à se produire correspondra à la *production du travail maximum*. C'est donc bien le même énoncé que celui du principe de M. Berthelot, mais avec cette différence, que le travail dont il est question n'est pas le même dans les deux cas : l'un est le travail équivalent à la totalité de la chaleur de réaction, l'autre est le travail que la réaction considérée peut produire par l'intermédiaire d'une machine. Ces deux travaux ne sont pas identiques, pas plus que dans une machine à vapeur le travail produit n'est équivalent à la totalité de la chaleur fournie par la chaudière, mais l'écart peut être très faible. Il y a une seconde différence non moins importante à noter ; le travail équivalent à la chaleur latente est facile à mesurer; au contraire, le travail utilisable n'est pas mesurable, de telle sorte que le principe thermodynamique, à côté de l'avantage

d'être d'une rigueur absolue, a le grave inconvénient de ne comporter aucune application pratique.

» Le principe thermodynamique a pour expression numérique [1]

$$L - ST > 0;$$

le principe de M. Berthelot a pour expression

$$L > 0,$$

en appelant L la chaleur latente, T la température absolue, S la variation d'entropie accompagnant la réaction.

» En théorie, les deux principes sont différents; en pratique, ils pourront se confondre si le terme ST est suffisamment petit. Mais la mesure de S n'est pas accessible par l'expérience; c'est pour cela d'ailleurs que le principe thermodynamique n'est pas utilisable.

» On peut cependant de l'expression de ce principe faire disparaître l'entropie, en introduisant la température T_0, à laquelle le système considéré serait en équilibre sous la pression et la condensation actuelle de ses éléments. Il vient alors

$$\int_{T_0}^{T} \frac{L\,dT}{T^2} > 0.$$

» Il n'entre dans cette relation que des grandeurs mesurables : température et quantité de chaleur. Mais la température d'équilibre T_0, dont la connaissance est indispensable, n'est presque jamais accessible à nos moyens d'investigation. Nous ne pouvons, par exemple, réaliser des conditions dans lesquelles du carbonate de chaux et de l'acide sulfurique formeraient un système en équilibre chimique. Cette formule ne comporte donc guère plus d'applications que la précédente. Elle nous apprend seulement qu'au-dessous de la température d'équilibre T_0 les réactions spontanées se font avec dégagement de chaleur et au-dessus avec absorption, mais elle ne nous fait pas connaître cette température.

» La théorie n'apprend donc rien sur le degré de précision du principe du travail maximum ; si le terme ST était du même ordre de grandeur que le travail extérieur, on serait évidemment en droit de le négliger vis-à-vis des quantités de chaleur dégagées dans les réactions chimiques. Le nombre

(1) Le Chatelier et Mouret, *Les équilibres chimiques* (*Revue générale des Sciences*, p. 141).

considérable de faits qui concordent avec le principe de Thermochimie semble bien indiquer que le terme en question est, en effet, presque toujours négligeable. Cela est d'autant plus vrai que la chaleur de réaction est plus grande, que la température est plus basse et que les réactions considérées se rapprochent davantage de substitutions ou double décompositions, dans lesquelles des composés similaires échangent simplement quelques-uns de leurs éléments. Dans ce dernier cas, la variation d'entropie S serait même à peu près rigoureusement nulle. Cela semble du moins résulter d'observations que j'ai faites antérieurement sur les chaleurs latentes de dissociation ([1]). »

CHIMIE. — *Sur un nitrate basique de calcium.* Note de M. **A. Werner.**

« A une solution saturée à froid de nitrate de calcium, on ajoute de la chaux bien divisée et en bouillie dans un peu d'eau, jusqu'au moment où elle ne se dissout plus. On agite la solution dans un flacon bouché; après quelques minutes, le liquide se prend en masse semi-solide, composée de longues aiguilles.

» Pour opérer la transformation complète des particules de chaux non dissoutes, on laisse reposer le mélange pendant deux à trois jours, en ayant soin de lui faire subir des variations de température. Ces variations produisent des décompositions et reformations partielles du composé, et ces réactions chimiques désagrègent peu à peu les particules de chaux.

» Toutes ces opérations doivent être faites à l'abri de l'acide carbonique de l'air; on se sert de flacons bouchés. La séparation du nouveau corps de son eau mère visqueuse se fait à la trompe; on fait passer à travers une couche d'amiante.

» Le corps est desséché sur de la porcelaine dégourdie, sous des cloches dont l'air a été débarrassé d'acide carbonique. Il est très bien cristallisé en longues aiguilles. La composition chimique répond à la formule

$$Ca(AzO^3)^2 + Ca(OH)^2 + 2\tfrac{1}{2}H^2O.$$

» En chauffant ce corps à 160°, au sein d'un tube en U, dans un courant d'air sec, il a perdu son eau de cristallisation : il ne reste que l'eau d'hydratation de la chaux.

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 356.

» Il reste, à cette température, un anhydride qui répond à la formule

$$AzO^4Ca = Ca\begin{cases} OAzO^2 \\ OH \end{cases},$$

ce que l'analyse directe a confirmé.

» La quantité d'eau trouvée dans le corps primitif n'est pas toujours constante, elle varie de $2\frac{1}{2}$ molécules à 3 molécules; ce qui tient peut-être à l'existence d'un composé analogue contenant plus d'eau. Les produits employés à l'étude thermochimique répondaient à la formule donnée.

» L'eau décompose immédiatement le sel, en laissant un résidu qui contient encore une forte dose de nitrate de calcium mélangé à un excès de chaux, la majeure partie du nitrate s'étant dissoute.

» *Déterminations calorimétriques.* — Le corps desséché, répondant à la formule $Ca(AzO^3)^2 + Ca(OH)^2$, a été dissous dans l'acide azotique étendu (1 équiv. $= 2^{lit}$), ce qui a dégagé par molécule $+ 33^{Cal},2$.

» La réaction est la suivante

$$(Az^2O^6Ca + CaO, H^2O) + 2AzO^3H \text{ étendu}$$
$$= 2Az^2O^6Ca \text{ dissous} + 2H^2O.$$

» On peut arriver au même état final par la suite des réactions que voici :

Dissolution de $Ca(OH)^2$	$+ 3,0$
Réaction sur $2AzO^3H$ étendu	$+27,8$
Dissolution de $Ca(AzO^3)^2$ anhydre	$+ 4,4$
Mélange des deux liqueurs	$+ 0,0$
	$+35,2$

» D'où l'on déduit, pour la *chaleur de formation du corps anhydre*, au moyen de l'azotate de chaux anhydre et de l'hydrate de chaux solide,

$$Az^2O^6Ca + CaO, H^2O \text{ dégage } + 35,2 - 33,2 = + 2^{Cal} \text{ par molécule.}$$

» La formation du sel basique hydraté, au moyen de l'eau et du sel basique anhydre, s'évalue en dissolvant le sel hydraté dans l'acide azotique étendu, ce qui a dégagé $+ 24^{Cal},8$. On en déduit, pour l'union de $2\frac{1}{2}H^2O$ liquide avec le sel anhydre,

$$+ 33^{Cal},2 - 24,8 = + 8^{Cal},4.$$

Soit pour la formation totale : $2,0 + 8,4 = 10^{Cal},4$.

» La formation de ce corps, dans les conditions où elle a lieu, c'est-à-dire avec l'azotate dissous et l'hydrate de chaux, dégage en même temps

la chaleur de dissolution de l'azotate, soit 4,4. La réaction réelle produit donc $+6^{Cal},0$ et même un peu plus, l'azotate étant employé en solution concentrée. Une grande quantité d'eau, 25 parties d'eau par exemple, pour 1 partie de sel basique, le dissocie en sens inverse, nécessairement avec absorption de chaleur. J'ai trouvé : $-3^{Cal},1$.

» La quantité dissoute pendant cette réaction, soit $1^{gr},29$ (CaO) au litre, répond sensiblement à la solubilité normale de la chaux dans l'eau pure; et la chaleur dégagée par l'acide azotique étendu, mêlé à la liqueur, a été trouvée $+27^{Cal},6$, c'est-à-dire la même qu'avec la chaux libre : le sel basique ne subsiste donc pas dans la liqueur en proportion notable. La chaux ainsi dissoute représente seulement les 2,8 centièmes de la chaux basique du sel; la partie non dissoute en renferme donc la presque totalité. Elle est également formée par de l'hydrate de chaux presque pur, d'après les mesures calorimétriques ci-dessus. En effet, la séparation du sel basique en azotate dissous et hydrate de chaux solide aurait dû absorber $-6,0+3,0=-3,0$, chiffre qui ne s'écarte guère de $-3^{Cal},1$. L'étude de la dissociation de ce sel basique réclamerait dès lors l'emploi de quantités d'eau bien plus ménagées.

» Quoi qu'il en soit, l'existence d'un sel basique, formé par l'acide azotique uni avec un alcali, tel que la chaux, mérite attention, comme indice de la parenté entre la constitution de l'acide azotique et des acides phosphorique et arsénique, qui appartiennent à la même famille d'éléments [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'efflorescence du sulfate de cuivre et de quelques autres sulfates métalliques.* Note de MM. **H. Baubigny** et **E. Péchard** [2], présentée par M. Troost.

« On sait que le sulfate de cuivre à 5 molécules d'eau est efflorescent dans les conditions ordinaires de température et d'humidité de l'atmosphère. Ayant besoin de connaître les conditions de stabilité de l'hydrate $CuSO^4+5H^2O$, nous avons été amenés à étudier de près ce phénomène.

» L'expérience nous a montré que la marche de l'efflorescence se trouve modifiée pour le sulfate de cuivre, suivant qu'il cristallise dans un milieu neutre ou dans un milieu acide. Nous avons étendu ces recherches à quelques autres sulfates métalliques simples ou doubles.

---

(1) Ce travail a été exécuté au Collège de France, dans le laboratoire de M. Berthelot.

(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» 1° *Sulfate de cuivre.* — Une dissolution de ce sel est divisée en deux parties égales qu'on évapore dans le vide sec en ayant soin d'ajouter à l'une d'elles un peu d'acide sulfurique (0,15 pour 100 d'acide sulfurique anhydre). On recueille les cristaux provenant des deux dissolutions, on les essore et on les place dans deux nacelles de sorte que leurs surfaces soient sensiblement égales. Ces deux nacelles, contenant l'une $7^{gr},309$ de sel neutre et l'autre $8^{gr},007$ de sel acide, sont placées sous une même cloche au-dessus de l'acide sulfurique et on les retire de temps en temps pour en déterminer la perte de poids.

» Nous avons résumé les résultats dans le Tableau suivant, où les temps d'expérience sont comptés à partir du moment où le sel a été placé sous la cloche, et les pertes totales calculées pour 100^{gr} du sel.

	Sel neutre.		Sel acide.	
Temps.	Pertes totales.	Pertes successives.	Pertes totales.	Pertes successives.
h				
2......	0,013	»	0,043	»
17......	0,013	0	0,768	0,725
40......	0,013	0	3,112	2,344
65......	0,013	0	4,875	1,763
113......	0,047	0,034	»	»
185......	0,116	0,069	»	»

» Ce Tableau montre nettement que le sel acide s'effleurit beaucoup plus rapidement que le sel neutre; et l'on voit, en effet, que le premier est complètement blanc quand le second commence à peine à présenter quelques points blancs à sa surface. Si donc on veut obtenir un hydrate bien défini et bien stable, pour le sulfate de cuivre, il sera nécessaire que la dissolution qui donnera les cristaux soit rigoureusement neutre au méthylorange.

» L'hydrate à 5 molécules d'eau pourra donc être conservé pendant longtemps dans l'air sec sans changer de composition.

» 2° *Sulfate de cobalt.* — Nous avons fait des expériences analogues sur ce sel en prenant $6^{gr},8427$ de sel neutre et $6^{gr},392$ de sel acide.

	Sel neutre.		Sel acide.	
Temps.	Pertes totales.	Pertes successives.	Pertes totales.	Pertes successives.
h				
17......	3,653	»	4,035	»
40......	8,285	4,632	7,859	3,824
160......	9,411	1,226	21,91	14,051
208......	10,025	0,61	22,34	0,43
304......	10,58	0,555	22,615	0,275
352......	11,946	1,366	23,296	1,681

» Dans le calcul des pertes totales, si nous tenons compte de l'eau d'interposition, nous voyons que la stabilité de l'hydrate à 7 molécules d'eau n'est pas modifiée par la présence de l'acide, mais que l'hydrate à 6 molécules d'eau est beaucoup plus stable quand il est neutre que quand il est acide.

» Pour déterminer l'eau d'interposition, il nous a suffi de porter à 350° le sel neutre pour avoir le poids total d'eau contenue dans le sel. La différence entre ce poids et celui qui correspond à 7 molécules d'eau donne l'eau d'interposition.

» Donc, en abandonnant dans l'air sec du sulfate de cobalt, nous arriverons facilement à obtenir l'hydrate à 6 molécules d'eau, à condition que la liqueur qui a donné ce sel soit neutre au méthylorange.

» Une seconde expérience faite sur ce sel nous a montré que sa stabilité était d'autant plus faible que la proportion d'acide sulfurique contenue dans les cristaux était plus forte.

» 3° *Sulfate de zinc.* — En opérant comme pour le sel précédent, nous avons pu constater que le sulfate neutre et le sulfate de zinc légèrement acide arrivent ensemble à une composition représentée par la formule $ZnSO^4 + 2H^2O$. Le sel acide perd rapidement 3 molécules d'eau, tandis que le sel neutre n'en perd qu'une; à partir de ce moment, ce dernier s'effleurit très rapidement et atteint la composition du sel acide. Le Tableau suivant résume ces résultats :

	Sel neutre.		Sel acide.	
Temps.	Pertes totales.	Pertes successives.	Pertes totales.	Pertes successives.
5h.....	1,175	»	3,109	»
24.....	6,2	5,025	11,89	8,781
48.....	12,45	6,25	19,80	7,91
78.....	21,18	8,73	25,36	5,56
145.....	33,101	1,921	30,58	5,22
195.....	35,45	1,349	34,24	3,66
240.....	36,52	1,07	36,13	1,89
360.....	36,9	0,38	37,10	0,97
410.....	36,91	0,01	37,12	0,02

» *Sulfates doubles.* — Notre étude a porté sur le sulfate double de cobalt et de potasse, le sulfate double de zinc et de potasse, l'alun d'ammoniaque et l'alun de chrome.

» Ces sels diffèrent de ceux que nous venons d'étudier en ce qu'il est nécessaire que la dissolution d'où ils sortent soit très acide pour que cette acidité ait une influence sur leur vitesse d'effleurissement. Cette différence tient à ce que ces sels doubles, en cristallisant dans un milieu acide, laissent presque tout cet acide dans l'eau mère et n'en prennent qu'une quantité très minime.

» *En résumé,* il résulte de ces recherches que, pour les sulfates simples étudiés, la vitesse d'effleurissement peut être considérablement modifiée

par la présence de petites quantités d'acide sulfurique dans la liqueur qui fournit ces sels. Il sera donc nécessaire, quand on voudra obtenir des hydrates stables pour ces sulfates, de s'assurer que leur dissolution est bien neutre au méthylorange. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition des azotates basiques par l'eau.* Note de MM. G. **Rousseau** et G. **Tite**, présentée par M. Troost.

« Jusqu'à ces derniers temps, il n'existait que quelques observations isolées relatives à l'action de l'eau sur les azotates basiques. Rappelons notamment la décomposition du sous-azotate mercureux à 100° (Kane, Marignac), et celle du sous-azotate mercurique au contact prolongé de l'eau froide (Millon). De son côté, M. Ditte, au cours de ses recherches classiques sur la dissociation des sels solides en présence de l'eau, avait reconnu que le sous-nitrate de bismuth est décomposé par l'eau bouillante en acide nitrique libre et en un nitrate plus basique.

» L'année dernière, nous avons découvert que le sous-azotate de cuivre, chauffé quelques heures avec de l'eau, à la température de 150° à 160°, se transforme intégralement en oxyde de cuivre. Nous avons montré que c'est la prépondérance thermique de l'acide azotique dissous qui détermine le sens du phénomène. Il résulte, en effet, des mesures de M. Berthelot que la chaleur de dissolution de cet acide augmente rapidement avec la température; elle varie de $+7^{Cal},15$ à $9°,7$ à $+10^{Cal},8$ vers 100°, et peut ainsi finir par surpasser l'effet thermique correspondant à la combinaison de l'oxyde avec l'acide ([1]).

» Nos recherches postérieures ont montré que cette décomposition des azotates basiques par l'eau présente un certain degré de généralité ([2]). Nous l'avons observée pour les azotates basiques de zinc, de cadmium et de chaux ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 191; 1891.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1184; 1892.

([3]) La petite quantité de sous-azotate de chaux dont nous disposions ne nous a pas permis de décider si sa décomposition par l'eau est totale ou limitée.

Dans une Communication récente, M. Berthelot a annoncé que, d'après des expériences encore inédites de M. Werner, la dissociation de ce sel par l'eau bouillante reste toujours partielle. En ce cas, il est vraisemblable qu'il se forme un composé plus

» Nous présentons aujourd'hui les résultats de nouvelles expériences relatives à la destruction par l'eau des azotates basiques de bismuth et d'urane.

» *Azotate basique de bismuth.* — M. Ditte, en faisant agir un grand excès d'eau bouillante sur le sous-nitrate $Bi^2O^3, Az^2O^5, 2H^2O$, a réussi à le transformer en un azotate plus basique $2Bi^2O^3, Az^2O^5$. Nous avons pensé que ce second composé, chauffé avec l'eau à une température plus élevée, se dissocierait à son tour en oxyde de bismuth et acide azotique libre.

» On a enfermé le sous-azotate $2Bi^2O^3, Az^2O^5$ dans des tubes scellés, avec un grand excès d'eau et un fragment de marbre destiné à saturer l'acide qui se sépare; de cette façon, il ne pouvait s'établir d'équilibre permanent entre le sel basique et l'acide mis en liberté. Le tout était porté dans une étuve à la température de 200°-205°. Chaque jour on ouvrait les tubes et l'on décantait l'eau mère, on soumettait le produit à des lavages répétés, puis on le chauffait de nouveau en vase clos avec de l'eau pure et du marbre. On a répété la série de ces opérations jusqu'à ce que l'eau qui baignait la substance ait cessé de précipiter par l'oxalate d'ammoniaque. A ce moment, le sous-azotate était transformé en une poudre dense et cristalline présentant la composition de l'oxyde de bismuth Bi^2O^3.

» Par sa lenteur, cette transformation rappelle, à certains égards, la saponification des éthers acides par l'eau; elle a exigé quatre-vingt-dix heures environ à une température voisine de 200°.

» *Azotate basique d'urane.* — Nous avons cherché à préparer un azotate basique d'urane, d'après la méthode qui nous est propre, en chauffant l'hydrate neutre du sel solide en tubes scellés avec du marbre. Après vingt-quatre heures de chauffe entre 180° et 200°, on a repris le contenu des tubes par l'alcool. On a séparé ainsi des cristaux jaunes, microscopiques, d'un sel basique qui ne présente pas de composition définie. L'analyse montre, en effet, que si l'eau et l'oxyde qu'il renferme sont sensiblement dans le rapport des équivalents, par contre, on n'y trouve l'acide nitrique qu'en faible quantité et dans des proportions qui ont varié entre $\frac{1}{9}$ et $\frac{1}{21}$ d'équivalent de Az^2O^5 pour 1 équivalent de U^2O^3. Les échantillons étaient d'ailleurs d'autant plus pauvres en acide nitrique qu'ils avaient été soumis plus longtemps à l'action de l'alcool bouillant.

» Ces résultats nous conduisent à admettre que l'azotate basique d'urane d'abord formé se dissocie déjà sous l'influence de l'alcool. L'eau bouillante agit bien plus rapidement encore, et l'on atteint facilement ainsi la transformation complète du produit en l'hydrate U^2O^3, H^2O. M. Riban avait constaté autrefois la décomposition analogue des solutions étendues d'acétate d'urane à la température de 175°. »

---

basique que l'eau détruirait sans doute complètement à une température plus élevée. C'est ainsi, comme on le verra plus loin, que la dissociation intégrale du sous-nitrate de bismuth s'accomplit en deux phases séparées par un intervalle de 100°.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons phosphopalladiques*. Note de M. E. **Fink**, présentée par M. Schützenberger.

« M. Schützenberger a démontré l'existence d'une série de composés renfermant du platine, du phosphore et du chlore. J'ai cherché à préparer avec le palladium des composés analogues.

» J'ai mis dans un ballon à long col 106,5 parties de palladium sec et divisé 208,5 parties de pentachlorure de phosphore bien sec. Je chauffe pendant une heure environ au bain de sable à 250°, en ayant soin de ne pas dépasser 280°. J'obtiens un liquide brun rouge, ne mouillant pas le verre, et qui se solidifie par refroidissement en gardant sa couleur brun rouge.

» Ce produit est soluble à chaud dans la benzine cristallisable et sèche. Par refroidissement, cette solution laisse déposer des aiguilles brunes qui, purifiées par recristallisation dans la benzine, séchées dans un courant d'air sec et analysées, donnent des nombres s'accordant avec la formule $PhCl^5Pd$ ou $PhCl^3PdCl^2$.

» Le chlorure $PhCl^3PdCl^2$ (chlorure phosphopalladeux) est altérable à l'air. L'eau le décompose immédiatement, en produisant de l'acide chlorhydrique et un acide de formule $Ph(OH)^3PdCl^2$.

» Pour obtenir cet acide, il suffit de dissoudre le chlorure phosphopalladeux dans un excès d'eau et d'évaporer la solution dans le vide : l'acide cristallise en jaune rouge. Ces cristaux sont déliquescents.

» L'action des alcools sur le chlorure phosphopalladeux est analogue à l'action de l'eau. Elle donne les éthers correspondant à l'acide précédent.

» Pour préparer l'éther méthylique, on fait tomber goutte à goutte de l'alcool méthylique absolu sur le chlorure phosphopalladeux qu'on maintient refroidi. On a une solution qui, par évaporation dans le vide, cristallise. On purifie ces cristaux en les dissolvant dans la benzine cristallisable. Ces cristaux ont pour formule $Ph(CH^3O)^3PdCl^2$.

» On obtient à peu près de la même manière des cristaux d'éther éthylique $Ph(C^2H^5O)^3PdCl^2$.

» Le chlorure phosphopalladeux dissous dans la benzine se combine à chaud, molécule à molécule, avec le trichlorure de phosphore. La solution laisse déposer par refroidissement des aiguilles jaunes, soyeuses, décomposables à l'air.

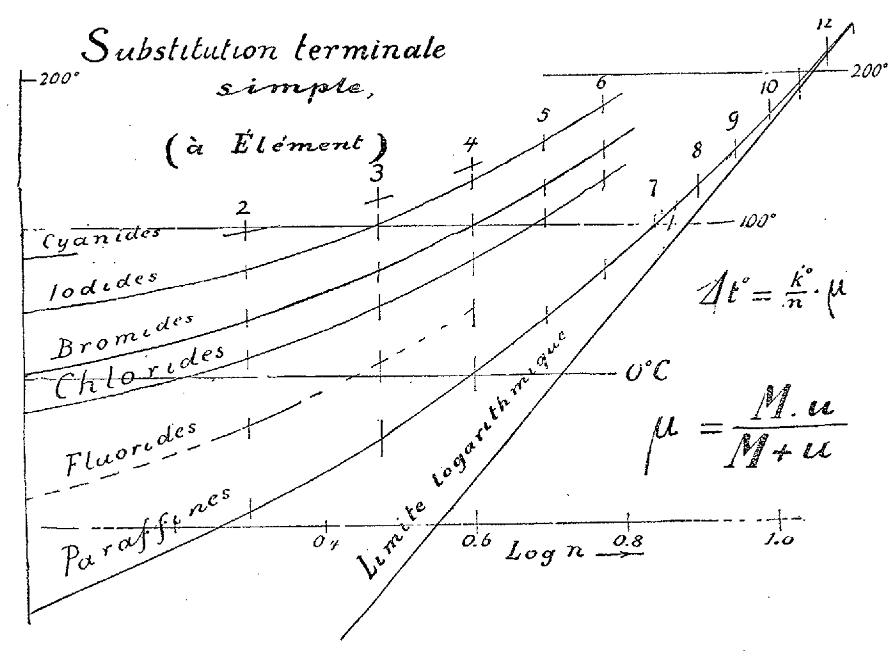
» L'eau les décompose également avec formation d'acide chlorhydrique

et d'un acide particulier. Les aiguilles jaunes précédentes sont solubles dans les alcools éthylique et méthylique en donnant des composés dont je me propose de continuer l'étude, ainsi que celle des composés de palladium avec le pentabromure de phosphore (¹). »

CHIMIE. — *Sur le contraste mécanique entre le radical cyanogène et les éléments chloroïdes.* Note de M. G. **Hinrichs.**

« La famille des chloroïdes est une des plus naturelles de la Chimie; elle a été placée en tête de la classification de Dumas (1828) et a reçu son nom de Despretz (1830). Le cyanogène, le premier radical de la Chimie, s'est rangé à côté de ces éléments, depuis sa découverte par Gay-Lussac (1815). On dirait que les éléments chloroïdes sont des radicaux dont la décomposition chimique n'a pas encore été effectuée. Dumas s'est longuement occupé de ce sujet.

» L'étude de la volatilité des composés apporte des données à cette



induction. La figure ci-jointe est la réduction, au cinquième, de mon gra-

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École de Physique et de Chimie de la ville de Paris.

phique des points d'ébullition observés pour les composés alkyles avec les chloroïdes et le cyanogène. Le logarithme du nombre n d'atomes de carbone de la paraffine est l'abscisse; la température d'ébullition observée est l'ordonnée.

» A première vue, ce graphique paraît confirmer l'analogie de structure entre les chloroïdes et le cyanogène; le parallélisme des courbes est complet; le tracé des cyanides ne paraît pas différer de ceux des binaires chloroïdes.

» Mais cette apparence est trompeuse. L'examen attentif de la figure nous montre une différence irréconciliable entre le radical et les éléments, différence dont la raison découlera de nos formules de la Mécanique des atomes déjà données dans les Notes précédentes.

» On voit que l'ordre des tracés des éléments chloroïdes est celui de leurs poids atomiques. Pour les composés d'éthyle ($n = 2$) nous avons :

	Paraffine.	Fluoride.	Chloride.	Bromide.	Iodide.
Poids atomiques...	H=1	Fl=19	Cl=35,5	Br=80	Io=127
Point d'ébullition..	—90 (1)	—32 (2)	12	39	72

» Dans la figure, représentant les faits observés, on trouve la courbe des cyanides au-dessus de celle des iodides. Si l'on considère le cyanogène comme un corps du même ordre de composition que les éléments chloroïdes, son poids atomique devra donc se trouver considérablement au-dessus de celui de l'iode; les procédés communs donneront des valeurs au-dessus de 150. Mais le poids atomique observé est Cy = 26; il est donc clairement impossible que le cyanogène et les éléments chloroïdes puissent être du même ordre de composition chimique.

» Donnons brièvement la solution mécanique de cette question importante. Le radical cyanogène est composé d'un atome de carbone tétravalent et d'un atome d'azote trivalent; donc il ne peut entrer en combinaison qu'avec l'une des valences du carbone, comme il est indiqué dans (116) qui représente le cyanide de butyle d'après (57). (Voir *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 743; 1891).

(116) Cy = { C.... ═══ * ═══ * ═══
             N.... ═══ ═══ * ═══ * .

Abscisse...... 0 1 2 3 4

(1) Calculé (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1129; 1891).

(2) Moissan.

» Avec la notation des Notes précédentes, nous aurons [voir la formule (106)], pour $n = 4$ et $M = 58$,

$$u_1 = C - H = 11, \qquad x_1 = 0, \qquad \nu_1 = \frac{n+1}{2n}, \qquad \mu_1 = 9,2,$$

$$u_2 = N = 14, \qquad x_2 = -\tfrac{1}{4}, \qquad \nu_2 = \frac{n+\frac{3}{2}}{2n}, \qquad \mu_2 = 11,3;$$

d'où

$$\mu_1\nu_1^2 = 3,60, \qquad \mu_2\nu_2^2 = 5,33, \qquad \Sigma\mu\nu^2 = 8,93.$$

» Pour le chloride correspondant ($n = 4$), on a (voir *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1113),

$$u = Cl - H = 34,5, \qquad x = \tfrac{1}{2};$$

donc

$$\nu = \tfrac{1}{2} \qquad \text{et} \qquad \mu = 21,7;$$

d'où

$$\mu\nu^2 = 5,42.$$

» La formule (114) (*loc. cit.*, p. 1369) et les valeurs des températures d'ébullition t (t. CXIV, p. 600), nous feront connaître la valeur approchée de la constante k :

$n = 4$.	t°.	Δs.	$\Sigma\mu\nu^2$.	k.
Chlorides...........	76,6	75,6	5,42	56,4
Cyanides............	140-141	139,5	8,93	62,4

» Ces valeurs de k diffèrent de 10 pour 100, pas plus que nous ne devions attendre (t. CXIV, p. 1274), vu la grande valeur de y^2 pour $n = 4$.

» Il n'y a donc aucun conflit entre l'observation et les formules de la Mécanique des atomes. La constitution complexe connue du cyanogène s'accorde avec la valeur observée du point d'ébullition du cyanide, aussi bien que la constitution simple de l'atome du chlore s'accorde avec la valeur observée du point d'ébullition du chloride.

» Donc le radical monovalent de cyanogène n'a point une composition de même ordre que le radical simple et monovalent de chlore; ou bien, il est impossible en Mécanique de considérer les éléments comme des radicaux indécomposés. En d'autres termes, les éléments chimiques, si ce sont des substances complexes, ne sont pas du même ordre de composition que les radicaux communs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence du groupe méthyle substitué à un hydrogène benzenique sur les propriétés de l'orthotoluidine.* Note de M. A. Rosenstiehl, présentée par M. Friedel.

« Les dérivés alcoylés de l'orthotoluidine réagissent d'une façon tout autre que les dérivés correspondants de l'aniline, quoique rien de ce que nous savons ne puisse faire prévoir une pareille anomalie. Ceci ressort d'un travail récent de M. Weinberg sur la para-amido-alcoyl-orthotoluidine (*Berichte*, t. XXV, p. 1610).

» L'auteur émet à ce sujet des hypothèses peu satisfaisantes qui motivent la présente Note. Voici d'abord les faits : on sait que la diméthylaniline est éminemment apte à produire des matières colorantes; elle se combine aux diazoïques, se nitrose et se nitre en para, donne un dérivé para-amidé qui a acquis une grande valeur industrielle, par sa faculté de produire une belle matière colorante par l'élégante réaction de M. Lauth (perchlorure de fer et hydrogène sulfuré); elle réagit avec l'acide thiosulfurique (Bernthsen) et, oxydée en présence d'amines primaires, donne des safranines.

» D'autre part, la diméthylaniline se condense aisément avec les aldéhydes de la série grasse et de la série aromatique pour former des leucobases oxydables en hydrols et en carbinols.

» Les dérivés diméthylés et diéthylés de l'orthotoluidine ne se prêtent à aucune de ces réactions.

» Mais ces dernières ont toutes lieu, et ceci est le fait significatif, quand, à la place de l'orthotoluidine *di*alcoylée, on emploie l'amine *mono*alcoylée, qui semble être le véritable homologue de la diméthylaniline.

» Pour expliquer ces singulières anomalies, M. Weinberg fait observer que les choses se passent comme si, dans l'orthotoluidine dialcoylée et paraamidée, le groupe amidé et substitué s'était lié d'une manière quaternaire avec le méthyle qui est en ortho, par rapport à lui, dans le noyau phénylique; et, dans l'orthotoluidine dialcoylée, il croit à la possibilité d'une liaison intérieure. L'auteur ne développe pas autrement sa pensée et ne la traduit par aucune formule. C'est que, en réalité, toute la difficulté est là. Sans chercher à réfuter une hypothèse aussi confuse, je fais remarquer qu'elle contient le germe d'une idée qui vaut la peine d'être développée.

» Cette idée, c'est l'intervention possible du méthyle uni au noyau phénylique dans les réactions résumées plus haut.

» Je vais montrer que, en examinant les faits à ce point de vue, et en abandonnant l'idée d'une liaison intérieure entre le méthyle et l'azote, on verra les anomalies disparaître et les faits se grouper en un tout très logique. Il suffit pour cela de les énoncer ainsi :

» 1° L'orthotoluidine monalcoylée, qui est une amine *secondaire*, se comporte comme si elle était une amine *tertiaire*. (Sous l'action de l'acide azoteux, elle ne forme pas de nitrosamine, mais produit directement le dérivé paranitrosé, aisément réductible en dérivé amidé. Elle se condense nettement avec les aldéhydes pour former des leucobases qui s'oxydent facilement en carbinols; tandis que les dérivés monalcoylés de l'aniline se prêtent mal à ces transformations.)

» 2. L'orthotoluidine dialcoylée, qui est une amine *tertiaire*, ayant la place *para* libre, se comporte comme si cette place *était occupée*. (Les diazoïques, l'acide azoteux sont sans action sur elle; elle ne peut se nitrer en *para* et ne se condense pas avec les aldéhydes.)

» 3. L'orthotoluidine monalcoylée et paraamidée, qui est à la fois amine *secondaire* et amine *primaire*, se comporte comme si elle était *amine tertiaire* et amine *primaire*. (Elle ne réagit qu'avec une seule molécule d'acide azoteux, donne nettement les réactions de Lauth et de Bernthsen, ainsi que la réaction des safranines).

» 4. L'orthotoluidine dialcoylée et paraamidée, qui est à la fois une amine *tertiaire* et amine *primaire*, se comporte, dans certaines réactions, comme si elle était à la fois amine *tertiaire* et amine *secondaire*. (Par le fait qu'elle se diazote en réagissant avec une molécule d'acide azoteux, elle est amine primaire; mais elle ne donne pas les réactions de Lauth et de Bernthsen, ni celle des safranines et, de ce fait, elle est amine secondaire.)

» En présentant ainsi les quatre faits fondamentaux, on voit tout de suite le lien qui les lie. Le méthyle du noyau phénylique, placé en *ortho* par rapport à l'un des groupes azotés, se comporte comme s'il changeait de fonctions selon les circonstances :

» 1. Quand l'amine est *mon*alcoylée, elle se comporte comme si elle était *di*alcoylée.

$$\underset{\text{(ortho-}CH^3)}{C^6H^4}-Az\begin{cases}H\\CH^3\end{cases} \quad \text{se comporte comme} \quad \underset{\text{(ortho-}H)}{C^6H^4}-Az\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}.$$

» 2. Quand l'amine est dialcoylée, avec la place para libre, elle se comporte comme si la place para était occupée.

$$H{-}\bigcirc(CH^3){-}Az\langle{}^{CH^3}_{CH^3} \quad \text{réagit comme} \quad CH^3{-}\bigcirc(H){-}Az\langle{}^{CH^3}_{CH^3}.$$

» Pour les dérivés paraamidés, les faits se reproduisent dans le même ordre :

$$3.\quad H^2Az{-}\bigcirc(CH^3){-}Az\langle{}^{H}_{CH^3} \quad \text{réagit comme} \quad H^2Az{-}\bigcirc(H){-}Az\langle{}^{CH^3}_{CH^3},$$

$$4.\quad H^2Az{-}\bigcirc(CH^3){-}Az\langle{}^{CH^3}_{CH^3} \quad \text{fonctionne comme} \quad {}^{CH^3}_{H}\rangle Az{-}\bigcirc(H){-}Az\langle{}^{CH^3}_{CH^3}.$$

» En envisageant l'ensemble de ces quatre catégories de faits, on voit avec quelle régularité les fonctions du groupe méthyle se modifient :

» On peut dire que, quand il est placé en *ortho* par rapport au groupe azoté, il prête à une amine secondaire quelques-unes des propriétés des amines tertiaires.

» A l'amine tertiaire, ayant la place para libre, il donnera les propriétés d'une amine substituée en para.

» Enfin, à l'amine tertiaire dont la place para est prise par AzH^2, il donnera les propriétés d'une diamine alcoylée dissymétrique.

» Ce sont là des réactions qui ouvrent des horizons nouveaux : elles montrent une régularité digne d'attention.

» C'est cette régularité que j'ai tenu à faire ressortir, car elle permettra de classer des observations qui, de prime abord, pourraient être considérées comme des anomalies. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'instabilité du carboxyle dans les acides-phénols.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la transformation de l'acide gallique en pyrogallol,

à une température relativement basse, en présence de l'aniline et de quelques amines aromatiques [1].

» Tous les acides-phénols paraissent subir cette transformation avec perte d'acide carbonique dans des conditions analogues, sinon identiques. La température à laquelle a lieu cette transformation est variable. Dans tous les cas, elle est toujours inférieure à celle nécessitée par les conditions ordinaires de décomposition (distillation sèche, action de la potasse fondante).

» L'acide gallique $C^6H^2\left\{\begin{matrix}CO^2H\\(OH)^3\end{matrix}\right.$, nous l'avons vu, se décompose, dès 115°, au sein de l'aniline.

» L'acide protocatéchique $C^6H^3\left\{\begin{matrix}CO^2H\\(OH)^2\end{matrix}\right.$ se décompose régulièrement à 180°, au sein de l'aniline en ébullition. Il se transforme, comme à l'ordinaire, en acide carbonique et pyrocatéchine, qui reste en combinaison avec l'aniline.

» L'acide salicylique $C^6H^4\left\{\begin{matrix}CO^2H\\OH\end{matrix}\right.$ exige, au sein de l'aniline, 220°. A 240°, en tube scellé, la décomposition marche très rapidement.

» L'acide benzoïque C^6H^5, CO^2H, à 240°, ne subit, au sein de l'aniline, aucune décomposition, même au bout de longues heures.

» Tous ces acides ont été chauffés avec le double de leur poids d'aniline.

» Une première règle se dégage de ces faits : *L'instabilité du carboxyle soudé au noyau benzénique croît avec le nombre des hydroxyles phénoliques, qui figurent également dans la molécule.*

» Suivant toute probabilité, les acides encore inconnus de la forme

$$C^6H\left\{\begin{matrix}CO^2H\\(OH)^4\end{matrix}\right. \quad \text{et} \quad C^6\left\{\begin{matrix}CO^2H\\(OH)^5\end{matrix}\right.$$

doivent perdre très facilement leur acide carbonique au sein de l'aniline.

» Nous avons recherché, en second lieu, si la substitution d'éléments halogènes, par exemple, ou de groupements hydrocarbonés influerait sur l'instabilité du carboxyle.

» Nous avons constaté tout d'abord que, dans les acides aromatiques à fonction simple, la substitution halogénée n'enlève pas de sa stabilité au

---

(1) *Comptes rendus*, 21 juin 1892.

carboxyle. Ainsi les acides tribromobenzoïques sont aussi stables que l'acide benzoïque lui-même au sein de l'aniline. Une chauffe à 250°, en tube scellé, pendant plusieurs heures, n'a donné aucun résultat.

» L'acide dibromosalicylique, au contraire, perd son acide carbonique plus facilement que l'acide salicylique. A 180°, au sein de l'aniline en ébullition, le dégagement a lieu. L'acide dichlorosalicylique est plus résistant; il se décompose seulement vers 200°. Nous avons opéré avec l'acide dibromosalicylique obtenu par action directe du brome sur l'acide salicylique. L'acide dichlorosalicylique provenait de l'action d'un courant de chlore sur un salicylate alcalin, en dissolution dans l'eau.

» L'acide orsellique, qui est un acide diphénol substitué (acide méthyldioxybenzoïque) est plus instable que l'acide protocatéchique. A 110°, il perd son acide carbonique régulièrement au sein de l'aniline et se transforme en orcine.

» Nous n'avons pas pu expérimenter l'acide dibromo-orsellique, mais on sait déjà qu'il perd CO^2 au sein de l'eau bouillante. Au sein de l'aniline, suivant toute probabilité, il doit dégager son acide carbonique à une température inférieure à 100°.

» L'acide dibromogallique perd son acide carbonique à 80° au sein de l'aniline, c'est-à-dire à une température inférieure à celle où l'acide gallique se décompose lui-même.

» Une deuxième règle se dégage de ces faits :

» *L'instabilité du carboxyle paraît augmenter dans les acides phénols avec les substitutions halogénées ou autres dans le noyau.*

» Une troisième question se pose. La position des OH phénoliques par rapport au carboxyle a-t-elle une influence sur l'instabilité de ce dernier?

» Nous avons abordé expérimentalement le cas le plus simple, en opérant comparativement avec les acides ortho, méta et paroxybenzoïque.

» L'expérience a été faite à 240° en tube scellé, au sein de l'aniline, pendant trois heures, en mélangeant 5^{gr} de chacun de ces acides avec 10^{gr} d'aniline. Nous avons constaté que la marche de la décomposition a suivi l'ordre suivant : l'acide *ortho* (acide salicylique) s'est décomposé plus rapidement que l'acide *para* et ce dernier plus rapidement que l'acide *méta*. Ce dernier est de beaucoup le plus stable. Au bout de trois heures, à 240°, au sein de l'aniline, une trace à peine était décomposée.

» L'étude comparative des acides en $C^6H^3 \left\{ \begin{matrix} CO^2H \\ (OH)^2 \end{matrix} \right.$ donnerait sans doute des indications dans le même sens. Il est fort probable que c'est là une règle générale que, *dans les acides-phénols, les hydroxyles phénoliques*

ont, suivant leur position, une influence variable sur la stabilité du carboxyle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les eaux minérales ferrugineuses conservées.* Note de M. **J. Riban**.

« Dans une deuxième Note sur les eaux minérales, M. Parmentier formule quelques appréciations sur un travail que j'ai présenté récemment à l'Académie (*Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1483). Je crois avoir suffisamment expliqué dans ce travail que mon but, en prenant les eaux minérales dans une pharmacie, avait été « de me rapprocher le plus possible des con- » ditions ordinaires de l'emploi thérapeutique de ces eaux loin de la » source ». En ce qui concerne le titrage du permanganate, j'avais également pris soin de faire ressortir que s'il pouvait, dans quelques circonstances que j'ai spécifiées, exagérer le titre en fer, il donnait, en ce cas, la preuve *a fortiori* de ce que je voulais démontrer : il était donc suffisant. D'autre part, pour moi, surcharger une eau minérale d'acide carbonique, c'est augmenter la quantité d'acide carbonique qu'elle contient normalement, c'est changer les conditions pour lesquelles son action thérapeutique a été établie. Toute discussion me paraît donc inutile, et je ne puis que maintenir la manière de procéder et les conclusions insérées dans ma dernière Note à l'Académie et dont on trouve une confirmation dans la Note que vient de publier M. Le Chatelier [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle leucomaïne.* Note de M. **A.-B. Griffiths.** (Extrait.)

« En 1881, M. Armand Gautier a découvert une nouvelle classe d'alcaloïdes dérivés des matières protéiques [2]. Il a donné le nom de *leucomaïnes* à ces bases, qui se forment dans les cellules vivantes et s'éliminent en partie par les urines.

---

(1) Le Chatelier, *Comptes rendus,* t. CXV, p. 124.

(2) *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, p. 358, 1881; *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 2e série, t. XLIII, p. 158; *Bulletin de l'Académie de Médecine,* 2e série, t. XV, p. 65; et l'important ouvrage : *Cours de Chimie,* par A. Gautier, t. III, p. 229, 246, 259 et 771.

» En partant des résultats déjà obtenus sur ces alcaloïdes curieux, je suis arrivé à extraire une nouvelle leucomaïne des urines des épileptiques. La méthode que j'ai employée est la suivante :

» Une quantité considérable d'urine est alcalinisée par addition d'un peu de carbonate de soude et agitée ensuite avec son demi-volume d'éther. Après dépôt et filtration, l'éther est agité avec une solution d'acide tartrique, qui s'empare de la leucomaïne pour former un tartrate soluble. Le liquide est encore alcalinisé par du carbonate sodique, et agité avec la moitié de son volume d'éther. La solution éthérée est laissée à évaporer spontanément : la leucomaïne reste comme résidu.

» La leucomaïne qu'on extrait des urines des épileptiques est une substance blanche, qui cristallise en prismes obliques, soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline. Elle forme un chlorhydrate et un chloraurate cristallisés; le chlorure mercurique forme avec elle un précipité blanc verdâtre; le nitrate d'argent, un précipité jaunâtre. Elle donne un précipité blanc avec l'acide phosphotungstique, blanc brunâtre avec l'acide phosphomolybdique, jaune avec l'acide tannique.

» Ces analyses assignent à cette nouvelle leucomaïne la formule $C^{12}H^{16}Az^{3}O^{7}$.

» Cette leucomaïne vénéneuse produit les tremblements, les évacuations intestinales et urinaires, la dilatation pupillaire, les convulsions, et enfin la mort. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets de la décompression brusque sur les animaux placés dans l'air comprimé.* Note de M. G. **Philippon** [1], présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une série d'expériences publiées par Paul Bert dans la *Pression barométrique,* et qui ont consisté à soumettre des lapins à des pressions de 6^{atm} à 8^{atm}, ce savant physiologiste n'a obtenu que des résultats négatifs, ainsi qu'on peut le lire ci-après.

C. — Expériences faites sur des lapins.

« *Expérience DXX.* — 22 juin. Lapin porté à 8^{atm}. Décompression brusque en trois minutes. Oreilles d'un rouge vif. Aucun accident immédiat, ni consécutif.

» *Expérience DXXI.* — 7 novembre. Deux lapins portés à 7^{atm}. Décompression en deux minutes et demi. Aucun accident.

» *Expérience DXXII.* — 10 novembre. Mêmes animaux portés à $8^{atm}\frac{1}{8}$. Décompression en deux minutes et demi. Aucun accident immédiat, ni consécutif.

---

(1) Ce travail a été fait dans le Laboratoire de Physiologie générale de M. Rouget, au Muséum d'Histoire naturelle.

» *Expérience DXXIII.* — 15 novembre. Lapin porté à $5^{atm}\frac{1}{2}$. Décompression en quatre minutes et demi. Aucun effet. (La *Pression barométrique*, par Paul Bert.)

» Au contraire, dans une expérience faite sur le chien, la décompression ayant été instantanée, par suite de l'explosion de l'appareil, l'animal est mort subitement. »

» J'ai essayé de rechercher les causes de pareilles différences, et j'ai fait construire, par M. Golaz, un appareil que j'ai récemment décrit (*Comptes rendus*, numéro du 11 avril 1892). Cet appareil permet de produire, à volonté, une décompression brusque ou une décompression lente. Voici les résultats que j'ai obtenus en l'employant, dans le cas de la décompression brusque.

» *Expérience I.* — 14 juin. Lapin porté à $5^{atm}\frac{1}{4}$. Décompression instantanée. Mort de l'animal en moins d'une minute.

» *Autopsie.* — Les vaisseaux sont remplis de gaz libre.

» *Expérience II.* — 15 juin. Lapin porté à $3^{atm},5$. Décompression instantanée. L'animal est vivant, il est tué par section du bulbe.

» *Autopsie.* — Les vaisseaux contiennent du gaz libre.

» *Expérience III.* — 16 juin. Lapin porté à 4^{atm}. Décompression instantanée. Mort de l'animal une minute après la décompression.

» *Autopsie.* — Gaz libre dans tout le système vasculaire.

» Des reproductions photographiques ont été exécutées par M. Ducom d'après la préparation que j'ai faite du mésentère du lapin soumis aux conditions de l'expérience précédente ([1]); elles montrent clairement les bulles de gaz libre, interposées dans les vaisseaux aux nappes sanguines.

» J'ai répété sur un grand nombre de lapins les expériences que je viens de décrire : dans des conditions identiques j'ai constamment obtenu des résultats semblables. Pour le lapin, toujours la décompression brusque a été suivie de mort, quand la pression préalable avait atteint, au moins, $3^{atm},5$.

» La pression à produire, pour qu'un animal soit tué, à la suite d'une décompression brusque, varie suivant les espèces. J'ai déterminé la valeur de cette pression, pour les cas de plusieurs espèces animales. Mais je n'insiste pas aujourd'hui sur ce point de la question, parce que j'aurai sans doute l'occasion prochaine d'y revenir.

([1]) Deux de ces épreuves photographiques, représentant les vaisseaux du mésentère d'un lapin remplis de bulles de gaz libre, ont été présentées à MM. les Membres de l'Académie par M. le professeur Milne-Edwards.

» Les seules conclusions que je me crois autorisé à tirer des expériences réalisées à l'aide de mon appareil sont les suivantes :

» 1° C'est bien par *l'action mécanique de gaz qui se dégagent dans leurs vaisseaux*, que les animaux placés dans l'air comprimé meurent, si la décompression brusque vient à se produire.

» 2° Il résulte de la comparaison des résultats obtenus par l'éminent Paul Bert et des résultats différents dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui le résumé à l'Académie, qu'*il suffirait de quelques instants, moins de deux minutes, pour que le gaz accumulé dans le sang, par suite de la compression, soit éliminé complètement par les poumons*. Ce qui explique le retour des animaux à l'état normal, quand, après avoir été soumis à une pression élevée, dans l'air, ils sont ramenés *lentement* à la pression ordinaire. »

CHIRURGIE. — *De la réparation immédiate des pertes de substance intraosseuse, à l'aide de corps aseptiques*. Note de MM. **Simon Duplay** et **Maurice Cazin**, présentée par M. Verneuil.

« On a proposé différents moyens pour activer la réparation des pertes de substance osseuse qui, dès qu'elles atteignent certaines dimensions, exigent un temps considérable pour se combler, si même elles y parviennent jamais.

» Lorsqu'on abandonne à elles-mêmes ces cavités, les bourgeons charnus qui les tapissent s'accroissent lentement, marchant de la périphérie vers le centre jusqu'à ce que le vide soit rempli, En même temps, un tissu osseux nouveau se développe, sous forme de prolongements qui procèdent de la paroi cavitaire elle-même et envahissent peu à peu le tissu de granulation jusqu'à ossification totale. Ce travail réparateur est toujours fort lent; il se peut même, quand la perte de substance est de grandes dimensions et que le sujet n'est plus jeune ou se trouve dans de mauvaises conditions, qu'il fasse plus ou moins défaut et laisse persister une excavation plus ou moins considérable.

» On conçoit aisément que la réparation susdite serait plus rapide et plus parfaite, si l'on augmentait artificiellement la formation des tissus nouveaux en leur fournissant une charpente provisoire, comblant d'emblée la perte de substance et offrant un point d'appui aux éléments cellulaires émanant de ses parois. C'est ce que nous avons tenté d'obtenir, en remplissant avec différents corps spongieux les cavités osseuses créées chez les animaux.

» Plusieurs méthodes ont été déjà mises en pratique pour favoriser la réplétion des pertes de substance osseuse; ainsi on a employé les greffes d'os vivants, ce qui constituerait à coup sûr le procédé le plus rationnel et le plus efficace, si les fragments transplantés continuaient à vivre et à se développer, au lieu de jouer un rôle provisoire et d'exercer uniquement une action de présence excitatrice, comme le pense M. Ollier.

» Puis on a remplacé la greffe osseuse proprement dite par l'implantation de fragments d'os décalcifiés, destinés à être résorbés, ne participant donc en rien à la régénération du tissu osseux et ne constituant qu'une sorte de soutien temporaire.

» Or il nous a paru possible d'atteindre le même but par un procédé plus simple, c'est-à-dire en utilisant diverses matières journellement employées en chirurgie, telles que la gaze iodoformée, le coton, la soie, le catgut, l'éponge.

» Cinquante-neuf expériences ont été faites sur 30 chiens et 29 lapins adultes, chez lesquels nous avons creusé, le plus souvent dans l'extrémité supérieure du tibia, des cavités osseuses de grandes dimensions qui, abandonnées à elles-mêmes chez des animaux témoins, ne se comblaient qu'après plusieurs mois.

» Voici, en résumé, la technique mise en usage : stérilisation par la chaleur, à l'autoclave, des gazes, soies, cotons et éponges, soit ordinaires mais très fines, soit préparées suivant les prescriptions d'Hamilton. Le catgut étant trop altéré par l'autoclave doit être simplement stérilisé par les moyens chimiques qui, à la vérité, ne sont pas toujours très sûrs.

» On prend naturellement toutes les précautions pour réaliser l'asepsie rigoureuse de la plaie et de la cavité osseuse; dans cette dernière, on fait, pour effectuer l'hémostase, un premier tamponnement qui est remplacé, au bout de quelques minutes, par un second tamponnement moins serré et qui sera définitif.

» Une première série de sutures est pratiquée sur le périoste ou sur les parties molles profondes; la plaie cutanée est ensuite réunie avec le crin de Florence et recouverte d'une couche de collodion iodoformé. En procédant ainsi, nous avons obtenu, à peu près sans exception, une réunion immédiate solide.

» Les animaux ayant été sacrifiés à époques fixes, l'examen au microscope des coupes, faites sur les tissus nouveaux, a montré qu'au cinquième jour déjà les fragments d'éponge étaient complètement envahis par les éléments cellulaires, constituant bientôt après un tissu jeune, très vasculaire, occupant tout le réseau formé par l'éponge, dont les travées désagrégées peu à peu ne forment plus qu'une minime partie du tissu réparateur.

» Plus tard, quand l'ossification de ce dernier est achevée, les débris de l'éponge sont réduits à quelques spicules épars qui persistent peut-être, sans qu'il en résulte de grands inconvénients.

» Il serait trop long de décrire ici les effets obtenus avec les différentes

matières employées; nous nous bornerons donc à dire qu'on peut combler une cavité osseuse avec une substance inerte quelconque, puis, à l'aide de la suture, fermer immédiatement et définitivement la plaie. Toutefois, comme il importe d'employer des corps rapidement et intégralement envahis par les éléments cellulaires et tendant à disparaître à mesure que l'ossification s'achève, nous recommandons surtout l'éponge, la gaze aseptique ou le catgut, en certains cas, comme donnant les meilleurs résultats.

» En présence des succès obtenus chez les animaux, il était permis d'espérer que cette méthode réussirait également chez l'homme, où les occasions de l'appliquer s'offrent souvent; il n'est pas rare, en effet, de voir se former, à la suite des ostéites tuberculeuses ou syphilitiques, des ostéomyélites traumatiques ou spontanées, des extractions de séquestres ou des évidements osseux, des cavités considérables qui restent béantes indéfiniment ou ne se comblent qu'à grand'peine, sans préjudice des accidents qui peuvent s'ensuivre; en pareil cas, il y aurait avantage à provoquer et accélérer la réparation osseuse. Mais ici une indication nouvelle et formelle se présente : à savoir la stérilisation parfaite de la cavité pathologique, aussi indispensable que l'asepsie absolue du corps obturant; or, la susdite stérilisation est loin d'être toujours possible.

» On y parvient, sans doute, et nous en possédons des exemples, quand les pertes de substance sont peu étendues, quand on peut, en évidant leurs parois, supprimer tous les tissus malades et atteindre les parties saines, comme dans les expériences animales; mais dans le cas contraire, quand les cavernes osseuses sont larges, inégales, anfractueuses, à prolongements inaccessibles, l'antisepsie est difficilement réalisable, de sorte que la suppuration peut faire manquer la réunion.

» En pareille occurrence, il serait préférable de modifier la méthode et de procéder en deux temps : dans le premier, on poursuivrait la désinfection et l'asepsie du foyer morbide; dans le second, on tamponnerait la cavité et on la fermerait par la suture.

» Nous continuons dans cette direction des recherches, dont nous ferons connaître les résultats. »

ANATOMIE ANIMALE. — *La glande coxale du Scorpion et ses rapports morphologiques avec les organes excréteurs des Crustacés* (¹). Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que la glande coxale du Scorpion se compose de deux parties, une substance médullaire et une substance corticale.

» La structure de la substance médullaire n'a pas encore été élucidée par les auteurs. Elle présente deux ordres de lacunes bien distincts qui ont été jusqu'ici confondus. Les unes sont les lacunes glandulaires : elles sont pour la plupart fort étroites, et leur lumière est souvent comblée par l'épithélium glandulaire, ce qui peut les faire méconnaître; cet épithélium présente un aspect semblable à celui du saccule de la glande antennaire des Crustacés. Les autres sont les lacunes sanguines : elles sont larges et peuvent se distinguer immédiatement des premières, par ce fait qu'elles sont limitées par une membrane propre séparant l'épithélium glandulaire du liquide sanguin, et se traduisant sur les coupes par une ligne réfringente; en outre, les lacunes sanguines sont souvent remplies par un coagulum présentant une apparence ponctuée.

» Les lacunes glandulaires sont anastomosées entre elles de façon à constituer un réseau spongieux et se déversent dans une lacune centrale beaucoup plus large que les autres : c'est cette grande lacune jouant le rôle de la cavité centrale du saccule ramifié des Crustacés décapodes marins qui s'abouche directement avec le long tube constituant la substance corticale.

» Cette communication entre la substance médullaire et la substance corticale, dont l'existence, au point de vue qui nous occupe, est d'un intérêt capital, n'avait pas encore été vue chez l'adulte : elle présente une analogie frappante avec celle du saccule et du labyrinthe de la glande antennaire des Crustacés. Autour de l'orifice se trouvent les mêmes cellules claires, hautes, renflées à leur extrémité libre et étroites à leur base; le passage entre les deux épithéliums, si différents des deux parties, se fait également sans transition sensible : aussitôt, l'orifice franchi, commencent

---

(¹) Le Scorpion sur lequel ont porté mes observations est le *Scorpio occitanus*. Je dois les exemplaires qui m'ont servi à faire cette étude à l'obligeance de M. le professeur de Lacaze-Duthiers, qui me les a fait adresser vivants du Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer.

les cellules striées dans leur portion basilaire, caractéristiques de la substance corticale.

» Chez les Crustacés, tout au moins chez les Décapodes, que j'ai seuls étudiés, le saccule est parfaitement isolé, et l'on arrive toujours à distinguer son épithélium du tissu conjonctif, d'ailleurs très réduit, qui l'entoure. Il n'en est pas de même de la substance médullaire de la glande coxale du Scorpion : à sa périphérie, et notamment au niveau de sa partie antérieure qui est libre et constitue le hile de la glande, les lacunes glandulaires deviennent des méats intercellulaires purement virtuels et finissent par se combler entièrement; il en résulte la formation de massifs cellulaires qui se relient insensiblement au tissu conjonctif ambiant, sans que l'on puisse dire où commence le tissu glandulaire et où finit le tissu conjonctif. C'est à cause de cette disposition que Ray Lankaster, qui ignorait du reste la communication de la substance médullaire avec la substance corticale, et le double système lacunaire formé par les lacunes sanguines et par les lacunes glandulaires que je viens de décrire, considérait cette substance médullaire comme formée par un tissu conjonctif de nature spéciale dont les espaces vides restaient pour lui de nature problématique; sa sagacité le portait néanmoins très justement à considérer cette substance médullaire comme correspondant vraisemblablement au saccule de la glande antennaire et de la glande du test des Crustacés.

» La structure de la substance corticale de la glande coxale du Scorpion est actuellement connue. Je me bornerai donc à dire que les injections que j'en ai faites à la celloïdine et à l'asphalte ont entièrement confirmé l'opinion courante, qui regarde cette substance comme formée d'un très long tube pelotonné un très grand nombre de fois sur lui-même. Le moule que l'on obtient par cette méthode donne une démonstration bien autrement probante de cette structure, que celle tirée jusqu'ici par les auteurs de la méthode des coupes. Par l'une de ces extrémités ce tube communique avec la substance médullaire, et je rappelle que par l'autre, ainsi qu'on l'a démontré récemment, il débouche à l'extérieur au niveau de la base de la troisième paire de pattes.

» La sécrétion de la substance corticale se fait par élimination de grosses vésicules à l'extrémité des cellules, d'une façon semblable à celle que nous avons décrite chez les Crustacés. Les cellules de la substance médullaire présentent fréquemment de forts étranglements, ou une forme en biscuit qui indiquent un mode de sécrétion analogue à celui du saccule chez beaucoup de Décapodes.

» *Conclusion.* — Il résulte de ce qui précède que la glande antennaire et la glande du test des Crustacés, ainsi que la glande coxale des Arachnides, peuvent avec raison être considérées comme des organes de même nature. La signification morphologique du saccule des Crustacés se trouve en outre élucidée par l'étude de la substance médullaire de la glande coxale du Scorpion; et l'opinion de Lankaster, qui était porté à considérer l'épithélium du saccule comme formé par du tissu conjonctif différencié, sa cavité étant une portion du cœlome endiguée, isolée et adaptée à l'excrétion, se trouve ainsi parfaitement confirmée : les lacunes glandulaires de la substance médullaire du Scorpion peuvent en effet être considérées comme creusées au milieu d'un tissu conjonctif différencié.

» La glande antennaire des Crustacés supérieurs, la glande du test des Crustacés inférieurs, la glande coxale des Arachnides, communiquant dès lors, d'une part avec l'extérieur, d'autre part avec une cavité qui peut être considérée, comme dérivant du cœlome, peuvent être regardées avec beaucoup de vraisemblance comme faisant partie d'une série métamérique comparable à celle des organes segmentaires chez les vers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'avalanche du glacier des Têtes-Rousses. Catastrophe de Saint-Gervais-les-Bains* (*Haute-Savoie*). Note de M. **F.-A. Forel.**

« Le 12 juillet, à 1^h de la nuit, un torrent boueux ravageait le village de Bionnay, les bains de Saint-Gervais, le village de Fayet, dans la vallée de Montjoie, affluent de l'Arve; il recouvrait de vase les champs et les prés, emportait une trentaine de maisons et faisait près de 150 victimes humaines.

» Si l'on remonte, comme je l'ai fait le 15 juillet, le ravin du torrent dévastateur, on le suit dans la vallée de Bionnassay, jusque près du glacier de Bionnassay; là, le ravin d'inondation se sépare du torrent du glacier, monte à gauche en dehors de la moraine latérale droite du glacier, remonte une paroi rocheuse fort inclinée (70 pour 100 environ de pente) qui amène dans un cirque entre les Rogues-de-l'Art et les Têtes-Rousses, au pied des Aiguilles-du-Goûter; enfin, l'on arrive à un petit glacier situé entre les deux masses rocheuses des Têtes-Rousses, à environ 3150^m d'altitude. Ce glacier présente une paroi de rupture récente. Il a été la cause de la catastrophe.

» Quelle est la nature du phénomène? Est-ce, comme on le suppose à Saint-Gervais, la rupture d'un lac intra-glaciaire, qui aurait déversé subitement une masse énorme d'eau enfermée dans les crevasses du glacier? Je ne le pense pas. Je ne puis croire à l'accumulation d'une telle masse d'eau dans un très petit glacier (il n'a pas 40 hectares de superficie), qui s'écoule librement de trois côtés, au nord par le glacier de la Gria, au sud-ouest sur le glacier de Bionnessay, enfin à l'ouest par le glacier des Têtes-Rousses, le tout à une altitude de plus de 3000^{m} dans une des régions les plus abruptes de la chaîne si accidentée du mont Blanc. Il n'y a pas là les conditions d'une accumulation d'eau, de la formation d'un lac glaciaire.

» D'une autre part, il y avait là, d'après le rapport très précis de mon excellent guide, François-Joseph Perroud, de Bionnassay, chasseur de chamois, dont cette contrée est le territoire favori, un glacier suspendu qui a disparu. D'après les indications de Perroud, j'évalue à 1500000^{mc} ou 2000000^{mc} la masse de glace qui s'est écroulée dans la vallée. J'ai suivi le ravin de l'avalanche dans ces hautes régions et je n'y ai pas vu d'indices d'un passage d'eau; toutes les traces sont celles d'une avalanche de glace. Sur les berges du ravin, l'on voit encore des blocs de glace égarés, belle glace de glacier, et non névé, avec grains du glacier de 2^{cc} ou 3^{cc}. Dans les couloirs latéraux de l'avalanche, on retrouve une roche terreuse, mêlée de poussière de glace; dans le ravin latéral du glacier de Bionnassay, les dépôts témoins du passage de l'avalanche sont un granite de poussière de glace, de terre et de sable. C'est une avalanche de glace, qui a fait jusqu'au bord du glacier de Bionnassay une chute de 1500^{m} de hauteur sur un parcours horizontal de 2^{km} environ. Jusque-là, il n'y a rien d'extraordinaire.

» Mais ce qui est étrange et sans précédents connus, à ce que je sache, c'est le trajet ultérieur de l'avalanche. Au lieu de rester arrêtée dans le ravin latéral du glacier de Bionnassay, qui semblait creusé pour la recevoir, elle a continué à descendre le vallon de Bionnassay et la vallée de Montjoie, sur une longueur de 11^{km} environ, avec une pente moyenne de 10 pour 100 à peine. Est-ce admissible?

» Mais d'abord quelle était la nature de la masse en écoulement? Tous les témoins ont parlé d'eau : j'estime que c'était de la boue. Ce n'était pas un liquide aqueux, c'était une boue fluide, c'était une masse semi-liquide. Je me fonde, entre autres, pour cette affirmation, sur la différence énorme de hauteur, bien des mètres quelquefois, de la nappe vaseuse suivant qu'on la considère sur le côté concave ou le côté convexe des courbes et coudes du torrent : une masse liquide n'aurait pas présenté de telles différences. Je

me fonde encore sur la limite parfaitement tranchée des masses de boue laissées sur des champs peu inclinés près de Bionnay : à $0^m,10$ du mur de boue, les fleurettes de l'herbe et les chaumes du blé n'ont pas été mouillés, n'ont pas été salis par une goutte d'eau; c'est une vraie coulée de lave, qui n'a pas laissé suinter d'eau.

» C'est donc une coulée de boue qui est descendue dans le vallon de Bionnassay et le bas de la vallée de Montjoie jusqu'au confluent de l'Arve. C'est la suite de l'avalanche du glacier des Têtes-Rousses. La masse de glace pulvérisée par la chute violente dans la vallée supérieure, en partie liquéfiée par sa chute verticale de 2500^m de hauteur ($\frac{1}{13}$ de la glace a dû se changer en eau par le seul fait de cette chute), qui avait recueilli dans son trajet l'eau de quelques mares et étangs morainiques, de l'eau des torrents de Bionnassay et de Bon-Naut, qui, d'une autre part, avait érodé le sol terreux et glaciaire des berges de la vallée, arraché les forêts, les châlets et les ponts, qui s'était chargée de débris de toute nature, avait fini par former une masse boueuse, vaseuse, semi-liquide, assez fluide pour s'écouler avec une puissance irrésistible sur une pente de 10 pour 100.

» Il est difficile d'évaluer la vitesse du cheminement de cette masse visqueuse; les témoignages sont trop peu précis et trop divergents; ils parlent d'un quart d'heure, d'une demi-heure, d'une heure pour la durée totale du phénomène. Une demi-heure me paraît probable. Quant au passage du flot dévastateur sur chaque section du ravin d'écoulement, il a été assez rapide, quelques minutes à peine, qui ont semblé des heures aux spectateurs terrifiés ou affolés.

» En résumé, des faits que j'ai constatés trois jours après la catastrophe, je conclus que celle-ci est due à une avalanche du glacier suspendu des Têtes-Rousses. L'avalanche de glace, après avoir fait, dans la première partie de sa course, une chute de 1500^m de hauteur sur un parcours de 2^{km}, sous forme de masse glacée à peu près pure, s'est transformée en une masse boueuse, semi-liquide, qui a parcouru comme une coulée vaseuse un trajet de 11^{km} avec une pente de 10 pour 100, pour se déverser dans l'Arve qui l'a diluée et emportée au Rhône. Avec une chute totale de 2500^m et un parcours de 13^{km}, c'est l'exemple le plus grandiose que je connaisse d'un phénomène de cette nature. L'avalanche du torrent de Saint-Barthélemy, près de Saint-Maurice, qui a fait les coulées de 1560, 1635, 1636, 1835 et 1887 ne parcourait qu'une distance horizontale de 7^{km}, avec une chute verticale, du glacier de Plan-Névé au Rhône, de 2200^m environ. Toutes les autres avalanches historiques ont des dimensions bien moins considérables.

» Deux questions s'imposent en présence de ce désastre : La catastrophe pouvait-elle être prévue? Réponse : Non. Peut-on empêcher le retour de la catastrophe? Je le crois. Ce n'est ni le temps ni le lieu de discuter les mesures préventives qu'on pourrait prendre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur certaines formes de comblement, observées dans quelques lacs des Pyrénées.* Note de M. **Émile Belloc**, présentée par M. Janssen.

« Le relief des bassins lacustres des hautes vallées pyrénéennes est généralement irrégulier et présente des différences caractéristiques avec celui des lacs, fort peu nombreux, de la région sous-montagneuse.

» Les sections transversales, dans les lacs des hautes altitudes, montrent l'asymétrie de leurs pentes latérales. Cette irrégularité tient à la conformation du fond des vallées et à l'action violente des agents atmosphériques. Au contraire, dans les plaines ondulées où les contreforts pyrénéens étalent leurs soubassements, la structure des rares dépressions qui existent encore à l'époque actuelle est d'une telle simplicité qu'on peut la considérer comme tout à fait normale. Parmi les nombreux lacs que j'ai explorés, le lac d'Estom et celui de Lourdes [1], pris comme exemple, montreront les caractères particuliers qui les différencient nettement l'un de l'autre.

» La cuvette rocheuse du lac d'Estom, orientée S.-O. — N.-E. (alt. 1882^{m}) [2] est située par 2°26′17″ long. O., et 42°41′ lat. N., au fond de la vallée de Lutour, tributaire de celle de Cauterets (Hautes-Pyrénées). Sa superficie est de 56778^{mq}, et sa profondeur atteint à peine 18^{m}. Cette petite nappe d'eau, dont la longueur ne dépasse pas 450^{m} et la largeur 222^{m}, offre un très grand intérêt pour l'étude, encore nouvelle, des comblements lacustres.

» Retenues par une digue naturelle de granite en place, dont la surface moutonnée et polie atteste une action glaciaire ancienne très puissante, ses eaux sont d'une limpidité admirable, d'un bleu intense, légèrement laiteuses avec un reflet un peu ver

---

(1) Un très grand nombre de sondages, 148 points par 10000^{mq}, récemment pratiqués à l'aide du *nouvel appareil de sondage portatif à fil d'acier*, que j'ai eu l'honneur de présenter, l'année dernière, à l'Académie (*Compte rendu* de la séance du 25 mai 1891), par l'obligeant intermédiaire de M. J. Janssen, m'a permis de relever, topographiquement, le relief immergé de ces bassins lacustres et de pratiquer de nombreuses coupes avec une très grande exactitude.

(2) D'après l'État-Major.

dâtre. Un disque blanc de $0^m,30$ de diamètre est demeuré visible, le 30 août 1891, jusqu'au fond du lac, soit $17^m,97$. Cette grande limpidité m'a permis d'étudier la formation de certaines cavités coniques, que j'avais déjà observées dans les lacs des hautes régions d'Oô, de Néouvieille, d'Ardiden, de Gaube, etc., mais qui ne sont nulle part mieux caractérisées que sur la rive septentrionale du lac d'Estom.

» La courbe continue du profil obtenu par une section transversale passant par le milieu du lac montre nettement l'asymétrie des pentes opposées. Sur la rive droite, l'inclinaison du talus, assez régulière, est de 20° en moyenne; elle prolonge en quelque sorte le flanc de la montagne, jusqu'à la rencontre de la plaine centrale sous-lacustre. Sur la rive gauche, au contraire, la paroi granitique plonge brusquement sous un angle de 45°. A 5^m du bord et à $4^m,65$ de profondeur, la pente s'adoucit et atteint son point le plus bas, soit $5^m,42$, à 10^m du bord. Puis elle se relève avec une inclinaison variable de 5° à 16°, s'arrondit en effleurant presque le plan de surface des eaux à 36^m de distance de la rive gauche, et finalement s'enfonce dans le lac sous un angle variant de 21° à 32°, jusqu'à la rencontre du plafond central, qu'elle rejoint à 95^m du bord septentrional.

» Cette section montre donc une protubérance arrondie, d'environ 60^m de corde et de 6^m de flèche, formée d'un amas détritique rocheux, séparé du rivage par une excavation en forme d'entonnoir dont le diamètre de base mesure 35^m.

» Par quel concours de circonstances ces trous coniques et ces entassements pierreux, qu'on rencontre dans la zone littorale de la plupart des lacs de haute montagne, arrivent-ils à se former loin des bords? L'observation directe des phénomènes physiques va nous l'apprendre.

» Dès la fin d'octobre, les tourmentes de neige devenant plus abondantes, le flanc des hautes vallées ne tarde pas à disparaître sous un amas floconneux et pulvérulent, que les vents soulèvent et déplacent sans cesse. Une partie de la neige s'entasse dans les cavités du sol, l'autre, cédant aux lois de la pesanteur, glisse et s'amoncelle au bas des pentes sous forme de cônes neigeux, que le regel durcira et transformera en névé.

» Vers le mois de décembre, la surface du lac est entièrement solidifiée par la glace, dont l'épaisseur dépasse parfois $0^m,80$. Sous l'influence des agents physiques et chimiques, les roches se fissurent et se brisent. Dans cet état de désagrégation, qui les rend facilement transportables par les avalanches et par les ruissellements torrentiels, elles glissent sur les pentes et s'étalent à la base des cônes de névé, autour desquels elles forment une sorte de couronne rocheuse, dont les éléments, privés de leur support glacé au moment du dégel, couleront à pic et formeront ces talus immergés séparés du rivage, en forme d'entonnoir, dont il est question.

» Les causes de ces comblements sont multiples. Les unes, par une

action lente et à peine sensible, déposent continuellement les alluvions limoneuses tenues en suspension; les autres, intermittentes et brusques, accumulent en une seule fois sur un point donné une quantité énorme de matériaux, qui finissent par provoquer l'émergence des talus, comblent les cavités coniques et modifient parfois assez rapidement la configuration des rivages. C'est donc surtout par les bords que le comblement se produit dans la plupart des lacs de la haute montagne.

» Le lac de Lourdes, type de lac de plaine, orienté S.-E.—N.-O. (alt. 421^m), est situé dans la région sous-pyrénéenne, presque en dehors de la chaîne, par 2°25′16″ long. O., et 43°10′ lat. N. Sa superficie est de $482\,944^{mq}$, et sa plus grande profondeur de 12^m. Ce n'est point un bassin d'effondrement, comme ceux du lac Bleu (ou de Lhéou), des lacs d'Oô, d'Espingo, d'Estom, de Gaube, de Penticosà, etc., dont l'origine date de la formation des vallées. C'est un lac morainique, dernier vestige de la période lacustre quaternaire, offrant cette particularité curieuse, que ses eaux, barrées par la moraine frontale de l'ancien glacier d'Argelès, s'écoulent dans le sens opposé à la pente générale de la vallée du gave de Pau, dont elles sont cependant tributaires. Pareille anomalie se remarque dans quelques autres lacs, notamment celui de Gérardmer dans les Vosges.

» Cette dépression, placée au milieu des grès turoniens qui composent l'ossature de ses pentes mamelonnées, et couvertes de blocs erratiques, est d'une forme des plus régulières. Ses eaux, fortement chargées de matières alluviales, sont peu transparentes (n° 81 de l'échelle du professeur Forel) : le disque blanc disparaît à 4^m de profondeur.

» Les plantes aquatiques et les alluvions limoneuses sont les principaux agents de comblement de ce lac. La diminution de sa profondeur et de sa périphérie s'accélère chaque jour, par suite de l'apport lent mais continu des matériaux détritiques et de l'accroissement progressif des végétations tourbeuses, véritables forêts sous-lacustres qui couvrent la zone littorale et s'étendent même assez loin vers la plaine centrale. »

M. E. Geoffroy adresse, de Nancy, une Note sur les propriétés toxiques du *Robinia Nicou,* et sur le principe actif de cette plante.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 juillet 1892.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, *Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction et avec le concours du baron* Jules de Guerne, *chargé des travaux zoologiques à bord.* Fascicule III : *Brachiopodes de l'Atlantique Nord,* par P. Fischer et D.-P. Œhlert, avec 2 planches. Imprimerie de Monaco, 1892; 1 vol. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série, tome XVI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 2 br. in-8°.

Le rôle de l'eau dans les cylindres à vapeur, par Lucien Anspach. Liège et Paris; 1 br. in-8°.

'S lands plantentium te Buitenzorg. 18 mei 1817-18 mei 1892. Batavia, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Report of the New-York meteorological Observatory of the Departement of public parks, Central Park, New-York city, for the year 1892. New-York, Martin B. Brown, 1892; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALORIMÉTRIE. — *Quelques observations nouvelles sur l'emploi de la bombe calorimétrique;* par M. **Berthelot**.

« L'emploi de la bombe calorimétrique paraissant se généraliser dans l'industrie, aussi bien que dans les laboratoires scientifiques, il me semble utile d'insister sur quelques conditions qui président à son emploi pour brûler les divers corps combustibles fixes, volatils ou gazeux : conditions différentes pour ces divers composés.

» En ce qui touche les *composés fixes*, solides ou liquides, qui brûlent sur place, le rapport entre le poids du combustible et le poids de l'oxygène doit être tel que le gaz qui demeure *après la combustion* renferme au

moins les 60 centièmes de son volume d'oxygène libre : autrement on serait exposé à rencontrer dans le vase des gaz incomplètement brûlés, spécialement de l'oxyde de carbone. On ne doit donc pas, comme on l'a dit parfois, employer seulement l'oxygène nécessaire pour la combustion. Mais il faut que cet oxygène soit au début, et demeure jusqu'à la fin, en grand excès; de telle sorte que la température réalisée au point limité où se trouve la matière enflammée, c'est-à-dire dans le centre de la combustion, soit constamment la plus élevée possible, sans être abaissée vers la fin par la présence d'un excès d'azote ou d'acide carbonique. La vitesse de la combustion diminuant rapidement avec la température, on voit par là que telle est la condition pour que la combustion s'opère sur place avec la vitesse la plus grande et de la façon la plus complète : condition que facilite la compression des gaz à 25 atmosphères, et même jusqu'au double au moment de la combustion. On doit donc calculer le poids du corps combustible, de façon à se conformer aux rapports susindiqués.

» Les conditions les plus favorables à la combustion totale d'un *gaz combustible*, dans la bombe calorimétrique, sont toutes différentes, et à certains égards opposées. En effet, dans ce cas, l'oxygène et le corps combustible sont intimement mélangés dès le début et brûlent d'une façon uniforme dans toute l'étendue de la bombe. Dès lors, pour obtenir la température la plus élevée, il faut au contraire que l'oxygène soit strictement équivalent au gaz combustible, et la pratique de l'eudiométrie montre que dans cette condition la combustion est totale, toutes les fois que les gaz inertes ne se trouvent pas en quantité trop considérable. On voit que la condition la plus favorable pour la combustion totale des gaz combustibles, en général, et spécialement dans la bombe, n'est pas la même que pour la combustion totale des composés fixes. Si les gaz combustibles ont été introduits sous la pression normale, la pression de 25 atmosphères d'oxygène serait même excessive et la combustion risquerait de demeurer incomplète. Il est clair que la pression la plus favorable de l'oxygène qu'il convient d'ajouter dans la bombe, pour le mélanger avec le gaz combustible qui y est déjà contenu varie suivant la composition de ce gaz combustible. La composition en étant supposée connue à l'avance, on peut calculer le volume d'oxygène exigé, et l'introduire d'une façon très approximative (avec un léger excès) en réglant les pressions, à l'aide d'un manomètre spécial, divisé, par exemple, en dixièmes d'atmosphère. Telle est la marche à suivre pour la combustion des gaz dans la bombe, aujour-

d'hui que l'on dispose de réservoirs remplis d'oxygène comprimé à 120 atmosphères ([1]).

» Soit maintenant le troisième cas, celui d'un *composé combustible volatil*, c'est-à-dire possédant une tension de vapeur notable à la température ordinaire. Si on l'introduit directement dans la bombe calorimétrique, on est exposé à des causes d'erreur, tenant à ce que la combustion s'opère sur le composé dans deux états différents, à l'état de liquide pour une partie, — ce qui se fait à peu près comme avec les composés fixes; — et à l'état de vapeur pour une autre partie, ce qui expose à une combustion incomplète, et ce qui a, d'ailleurs, l'inconvénient de donner, pour cette portion, une chaleur de combustion accrue de la chaleur de vaporisation. Pour éviter ces causes d'erreur et les corrections compliquées qu'elles comportent, j'avais opéré autrefois sur le composé volatil entièrement réduit en vapeur : ce qui ne s'applique qu'à des corps doués d'une tension de vapeur considérable, tels que l'aldéhyde, l'éther, et, à la limite, la benzine. Aujourd'hui, il me paraît préférable d'opérer sur le composé volatil maintenu entièrement à l'état liquide, ce qu'on réalise en le renfermant dans un récipient clos. Ce qui nous a le mieux réussi à cet égard, c'est une sorte d'ampoule à parois mixtes, le fond étant en platine (petite capsule) et la partie supérieure formée par une pellicule de coton-poudre, terminée par un col étroit, que l'on ferme avec un fil de cette substance, après avoir introduit le composé volatil. Nous avons décrit en détail cette disposition dans des expériences déjà publiées, en commun avec M. Petit et M. Matignon, depuis quelques années : elle permet de brûler tous les composés volatils dans l'oxygène comprimé, sans précautions particulières et avec la rigueur, la promptitude et la facilité ordinaires. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du trisulfure de bore;* par M. **Henri Moissan**.

« M. Fremy ([2]) a préparé, pour la première fois, le trisulfure de bore, par une méthode générale de sulfuration des oxydes qui consiste à faire

---

([1]) Il y a douze ans, lors de mes premières recherches sur la combustion des gaz par détonation dans la bombe, je suivais une marche un peu différente, quoique fondée sur les mêmes principes (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXIII, p. 160).

([2]) Fremy, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 319.

passer un courant de vapeurs de sulfure de carbone sur un mélange intime d'oxyde et de charbon. Deville et Wœhler (1) ont préparé le même composé par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le bore impur qu'ils avaient obtenu au moyen du sodium.

» Nous indiquerons, dans cette Note, quelques préparations et quelques propriétés nouvelles de cet important composé qui jusqu'ici a été peu étudié.

» Préparation. — On peut obtenir le trisulfure de bore :

» 1° *Par l'action de l'iodure de bore sur le soufre.* — En faisant réagir le soufre en fusion sur de l'iodure de bore. De l'iode est mis en liberté, et il suffit de chauffer la masse à une température supérieure à 440° pour volatiliser l'iode et l'excès de soufre. Le sulfure que l'on obtient ainsi contient toujours une petite quantité de soufre.

» 2° *Par l'action du soufre sur le bore.* — Le bore amorphe pur, préparé par le procédé que nous avons indiqué précédemment, brûle dans la vapeur de soufre à une température voisine de 610°. Il se produit du sulfure de bore. Mais, à cette température, la réaction est incomplète ; le sulfure recouvre le bore non attaqué comme pourrait le faire l'acide borique et empêche la transformation totale.

» Il est cependant facile de sulfurer complètement le bore en opérant de la façon suivante : Le bore placé dans une nacelle de porcelaine est introduit dans un tube de même substance chauffé dans un four à réverbère à 1200°. On fait passer dans le tube du soufre en vapeur, dont on règle l'arrivée, au moyen d'un courant très lent d'hydrogène. Le bore brûle à cette température ; le sulfure formé distille et n'entrave plus la réaction.

» Le sulfure que l'on obtient dans ces conditions se présente sous la forme d'une masse fondue de couleur jaune à cassure cristalline et présentant l'aspect du soufre. Ce sulfure contient un grand excès de soufre ; la majeure partie de ce corps simple peut être enlevée par distillation, mais le sulfure de bore en retient toujours une notable quantité. Berzélius (2) avait déjà constaté que, lorsqu'il préparait du sulfure de bore avec excès de soufre, il se trouvait en présence du même phénomène. Ce fait s'explique très simplement par l'existence d'un pentasulfure de bore dont nous indiquerons bientôt la préparation, pentasulfure qui présente une stabilité assez grande pour que le soufre soit retenu à une température bien supérieure à son point d'ébullition.

(1) Deville et Wœhler, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LII.

(2) Berzélius, *Poggendorff Ann.*, t. II, p. 145.

» 3° *Par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le bore pur.* — L'hydrogène sulfuré réagit au rouge vif sur le bore pur en produisant très facilement du trisulfure de bore cristallisé. Le bore est placé dans une nacelle de porcelaine, comme précédemment, et chauffé au rouge vif au moyen d'un bon feu de coke. Le tube contenant la nacelle est traversé par un courant d'hydrogène sulfuré parfaitement desséché. A l'extrémité du tube, se trouve une allonge communiquant avec un grand ballon tubulé dans lequel se dépose la majeure partie du sulfure de bore.

» Cette préparation fournit d'excellents résultats; le rendement est théorique et le trisulfure de bore obtenu se présente en cristaux légers, microscopiques, très blancs et décomposables par l'eau sans dépôt de soufre. Près de l'extrémité du tube de porcelaine, on trouve le plus souvent un anneau d'aiguilles transparentes et volumineuses de sulfure de bore.

» L'attaque du bore est complète, et il ne reste dans la nacelle que la petite quantité de carbone ou de borure de carbone provenant du bore employé. Avec le bore pur, il n'y a pas de résidu, mais la couverte est légèrement attaquée.

» 4° *Par l'action du sulfure de carbone sur le bore.* — Le sulfure de carbone, exempt de soufre et de vapeurs d'eau, est distillé dans un tube de porcelaine maintenu au rouge vif, et contenant une nacelle remplie de bore. Dans ces conditions, le sulfure de carbone est détruit, il se forme du sulfure de bore, et le charbon reste dans la nacelle.

» On obtient ainsi un sulfure blanc, moins beau que celui préparé par l'hydrogène sulfuré, mais néanmoins nettement cristallisé.

» 5° *Par l'action de quelques sulfures sur le bore.* — Les sulfures d'étain, d'arsenic et d'antimoine réagissent au rouge sur le bore amorphe, en fournissant du sulfure de bore, avec mise en liberté du métalloïde. Avec le sulfure d'antimoine en particulier, on obtient du sulfure de bore fondu et un culot d'antimoine facile à séparer. Le sulfure, préparé dans ces conditions, renferme aussi un petit excès de soufre.

» *Propriétés.* — Le sulfure de bore nous a fourni quelques propriétés nouvelles que nous allons résumer rapidement.

» Lorsque l'on a condensé la vapeur de sulfure de bore dans un récipient assez volumineux, il se présente sous forme de fines aiguilles blanches, très altérables, décomposables par l'eau avec dégagement d'hydrogène sulfuré et sans trace de dépôt de soufre.

» Le trisulfure de bore fond à la manière de l'acide borique, c'est-à-dire

en passant d'abord par l'état pâteux. Il commence à fondre à la température de 310°. Sa densité assez difficile à prendre, à cause de l'action de l'humidité de l'air, est d'environ 1,55.

» Le sulfure de bore est insoluble dans la plupart des dissolvants; il est légèrement soluble dans le trichlorure de phosphore, et lorsqu'on le chauffe en tube scellé à 100°, au contact de ce liquide, il se dépose, par refroidissement, en fines aiguilles incolores. En présence du chlorure de soufre, la solubilité est beaucoup plus grande. Mais, peut-être, se fait-il dans ce cas une nouvelle combinaison, bien que, par refroidissement du mélange, nous n'ayons obtenu aucune cristallisation.

» L'hydrogène ne réduit point le trisulfure de bore pur. En chauffant du trisulfure blanc, bien cristallisé, dans un courant d'hydrogène et en faisant varier la température entre le rouge sombre et le rouge blanc, nous n'avons jamais obtenu de réduction.

» Projeté dans une atmosphère de chlore, le trisulfure de bore prend feu et brûle avec une belle flamme verte. Il se forme un mélange de chlorure de bore et de chlorure de soufre. Ces deux chlorures produisent un composé double, fusible à la température ordinaire et solide à la température de —23°. Cette combinaison est formée par l'union du trichlorure de bore avec le tétrachlorure de soufre. Si l'on prend, en effet, un mélange à molécules égales de protochlorure de soufre et de trichlorure de bore, on n'obtient aucune cristallisation à —23°; mais, si l'on sature ce liquide de gaz chlore, il se produit des cristaux abondants qui disparaissent à la température ordinaire.

» Le brome ne réagit point à froid sur le trichlorure de bore. Aussitôt qu'on élève la température, la réaction devient très vive, et il se fait un composé analogue au précédent.

» Mélangé d'iode, puis amené à son point de fusion, le sulfure de bore reste inaltéré; il en est de même lorsqu'on le maintient dans la vapeur d'iode à une température voisine de celle du point de ramollissement du verre.

» Chauffé au rouge sombre dans un courant d'oxygène, le sulfure de bore brûle avec une belle flamme verte. Il se fait rapidement une couche d'acide borique qui limite la réaction.

» Le soufre se dissout en toute proportion dans le sulfure de bore en fusion. Par distillation, il est impossible de séparer ensuite la totalité du soufre, une partie formant avec le trisulfure une véritable combinaison.

» L'azote est sans action sur le trisulfure de bore. On peut distiller le

sulfure au rouge dans un courant de gaz azote, sans qu'il soit en rien altéré.

» Le phosphore, le carbone et le silicium ne réagissent point au rouge sur le trisulfure de bore.

» Le sodium et le potassium décomposent le trisulfure de bore au-dessous du rouge sombre. L'incandescence est très vive, et il se produit un mélange de sulfure et de borure métalliques.

» A la même température, le magnésium produit aussi une réaction très vive; il se fait un mélange contenant du sulfure de magnésium et du bore.

» L'aluminium au contraire qui réagit avec incandescence à la même température, ne fournit que du sulfure d'aluminium et du borure d'aluminium.

» Le fer et l'argent réduits, le zinc, le cuivre et le mercure n'ont pas donné de réaction.

» Nous avons vérifié que l'eau était décomposée avec violence par le trisulfure de bore d'après l'équation suivante dont les constantes thermiques ont été mesurées par M. Sabatier [1],

$$Bo^2S^3 + 6H^2O = 2Bo(OH)^3 + 3H^2S.$$

» Le gaz ammoniac sec se combine au trisulfure de bore avec un grand dégagement de chaleur. Il se forme une poudre jaune qui, par une élévation de température, laisse un résidu blanc fournissant de l'ammoniaque par la potasse aqueuse.

» Chauffé au rouge dans un courant de bioxyde d'azote, le trisulfure de bore brûle avec une belle flamme verte; il se produit de l'acide borique et du soufre. Dans la vapeur d'hypoazotide, la combinaison se fait avec plus de facilité, avec formation d'acide borique et d'anhydride sulfurique.

» Lorsque l'on projette du sulfure de bore dans l'acide azotique monohydraté froid, l'oxydation se produit avec incandescence.

» L'eau de brome l'oxyde rapidement en fournissant des acides borique et sulfurique.

» L'acide chlorhydrique gazeux le transforme vers 400° en chlorure de bore et hydrogène sulfuré. L'acide iodhydrique est sans action à la température de 920°.

» Les chlorures de phosphore, d'arsenic et de soufre paraissent donner des composés doubles avec le sulfure de bore. Enfin, un mélange de tri-

(1) SABATIER, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 862, et *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. VI, p. 215.

chlorure de phosphore et de sulfure de bore cristallisé, chauffé dans un tube scellé à 150°, ne laisse plus rien déposer par refroidissement.

» Les composés organiques réagissent avec énergie sur le sulfure de bore et, le plus souvent, il se produit un dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Les carbures saturés sont sans action sur lui et ne le dissolvent même pas.

» Au contact du térébène et de l'amylène à froid, le trisulfure de bore disparaît avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Les alcools méthylique, éthylique, isobutylique, amylique et les principaux phénols fournissent une réaction identique, c'est-à-dire disparition du sulfure de bore et dégagement d'hydrogène sulfuré sans dépôt de soufre.

» Le chlorure d'acétyle réagit à froid sur le sulfure de bore avec formation d'un composé volatil d'une odeur repoussante.

» Les bases organiques et, en particulier, l'aniline à la température ordinaire fournissent avec le trisulfure de bore des composés très bien cristallisés.

» Le sulfure de bore se combine également aux aldéhydes. Avec l'aldéhyde benzoïque, par exemple, il se produit un composé cristallin.

» Le cyanure de phényle fournit aussi des cristaux qui ne dégagent de l'hydrogène sulfuré que par une élévation de température.

» *Analyse.* — Le trisulfure de bore nous a fourni à l'analyse les chiffres suivants, qui vérifient bien la composition indiquée par M. Fremy :

			Théorie.
Soufre............	81,20	81,32	81,6
Bore..............	18,19	18,25	18,4

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution chimique des peptones*, par M. P. SCHUTZENBERGER.

« J'ai pensé qu'il y avait intérêt à étudier la constitution chimique des peptones, en appliquant à ces produits de transformation des matières albuminoïdes les méthodes expérimentales que j'avais employées pour les matières albuminoïdes elles-mêmes, c'est-à-dire la décomposition par hydratation, sous l'influence de l'hydrate de baryte, entre 150° et 200°.

» Les premiers résultats que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie se rapportent à la fibrine du sang de cheval et à sa transfor-

mation, sous l'influence de la pepsine de commerce, en présence de l'acide chlorhydrique.

» La fibrine de sang de cheval a été choisie en premier à cause de la grande facilité et de la rapidité avec laquelle elle se peptonise.

» Parmi tous les types commerciaux de pepsine mis à notre disposition, nous avons adopté, comme étant le plus actif, la pepsine dite *extractive à* 100 *pour* 100. La transformation en pepsine a été effectuée de la façon suivante :

» La fibrine de sang de cheval, bien lavée à l'eau et exprimée, est traitée encore humide, par portions de 350^{gr} représentant $75^{gr},5$ de fibrine sèche, par $2^{lit},5$ d'eau distillée à $40°$ de température, additionnés de 12^{cc} d'acide chlorhydrique pur et concentré. Le produit se gonfle aussitôt, devient transparent et gélatineux, en absorbant la totalité de l'eau acidulée.

» On ajoute ensuite, en remuant, $7^{gr},5$ de pepsine extractive à 100 pour 100, préalablement dissoute dans 50^{cc} à 100^{cc} d'eau tiède.

» En quelques instants, moins d'une minute, la masse gonflée et gélatineuse se liquéfie complètement.

» Le tout est versé dans un flacon, additionné de 10^{cc} d'acide prussique à 20 pour 100, pour éviter les altérations microbiennes, et maintenu pendant cinq jours à l'étuve à $40°$. On obtient ainsi un liquide limpide, presque incolore, au fond duquel s'est réuni un dépôt floconneux, léger, de couleur brunâtre. Le poids de ce résidu floconneux, qui renferme de la graisse, un peu d'hématine et probablement de la nucléine, est compris entre 3,0 à 3,5 pour 75,5 de fibrine sèche. Il représente donc 4 à 4,7 centièmes du poids de la fibrine employée, supposée sèche.

» La solution offre tous les caractères assignés à la peptone d'albuminoïde. Elle ne précipite ni par l'acide nitrique, ni par l'acide acétique et le cyanure jaune; donne la réaction du biuret; précipite, par le réactif de Millon, l'acide phosphotungstique, le tannin, l'eau de brome, l'iodure de potassium ioduré, l'acide picrique, l'acétate de plomb ammoniacal, l'acide phosphomolybdique.

» L'acide chlorhydrique ajouté au début de l'opération a été éliminé au moyen d'une quantité d'oxyde d'argent pur strictement équivalente.

» Lorsque, sous l'influence de la chaleur d'un bain-marie, le chlorure d'argent s'est réuni au fond de la capsule et que le liquide s'est éclairci, on filtre et on lave; le liquide filtré est neutre au papier réactif. Il est amené par évaporation au bain-marie à consistance sirupeuse, puis évaporé à sec dans le vide sec.

» La masse friable ainsi obtenue est pulvérisée et abandonnée pendant quelques jours dans le vide, enfin pesée.

» Nous désignerons la poudre jaunâtre ainsi obtenue sous le nom de *fibrinpeptone*, sans nous occuper pour le moment de sa composition immédiate. Les expériences de MM. Kühne et Chittenden ont démontré que ce produit est un mélange, qu'il renferme des corps précipitables par un excès de sulfate d'ammoniaque et désignés sous le nom d'*albumoses*. Notre fibrinpeptone donnait, en effet, conformément aux observations de M. Kühne, un dépôt visqueux après addition à la solution d'un excès de sulfate d'ammoniaque; $75^{gr},5$ de fibrine de sang de cheval supposée sèche ont donné :

» 1° $3^{gr},5$ de résidu insoluble floconneux;

» 2° $81^{gr},157$ de poudre soluble. De ce nombre il y a à retrancher $6^{gr},157$ de matière sèche correspondant aux $7^{gr},5$ de pepsine extractive employée. Il reste après cela $75^{gr},0$ de fibrinpeptone.

» Le poids de l'eau fixée pendant la digestion des $75^{gr},5$ de fibrine est donc égal à $3^{gr},0$, soit 3,97 pour 100.

» La fibrinpeptone totale séchée dans le vide a donné, déduction faite des cendres :

Carbone	49,18
Hydrogène	7,09
Azote	16,33
Oxygène et soufre	27,40

» Ces nombres se rapprochent beaucoup de ceux obtenus par MM. Kühne et Chittenden avec l'amphopeptone de fibrine de sang purifiée par un procédé très long et pénible, bien que nous n'ayons pas éliminé les produits (albumoses) précipitables par le sulfate d'ammoniaque. En effet, MM. Kühne et Chittenden ont trouvé :

Carbone	48,75
Hydrogène	7,21
Azote	16,26
Oxygène	27,01
Soufre	0,77

» Si nous traduisons les analyses de la fibrine et de la fibrinpeptone par des formules schématiques et non moléculaires, on peut représenter

le phénomène par une équation du genre de la suivante :

$$\underbrace{C^{56}H^{92}Az^{16}O^{20}}_{\text{Fibrine.}} + \underbrace{3H^{2}O}_{\text{Eau.}} = \underbrace{C^{56}H^{98}Az^{16}O^{23}}_{\text{Fibrinpeptone.}}.$$

$$C^{56}H^{92}Az^{16}O^{20}\ \text{(fibrine) exige :} \left\{ \begin{array}{l} C\ = 51,37 \\ Az = 17,0 \end{array} \right\} H = 7,00.$$

Le poids d'eau fixée serait, d'après cette équation, égal à 4,1 pour 100.

» La fibrinpeptone a été chauffée entre 150° et 180° pendant six heures, avec trois fois son poids d'hydrate de baryte. On a trouvé, en suivant la méthode publiée à propos de l'étude de l'albumine, pour 100 de matière :

Azote ammoniacal	4,1	3,95
Acide carbonique	5,94	»
Acide acétique	3,16	»
Poids du résidu fixe	87,82	»

» La somme des produits retrouvés est, à peu de chose près, égale au poids de la fibrinpeptone employée :

99,35 au lieu de 100.

Ce résultat semblerait indiquer qu'il ne s'est pas fixé d'eau pendant la décomposition de la fibrinpeptone, sous l'influence de la baryte.

» L'analyse élémentaire du résidu fixe après la baryte a donné, déduction faite des cendres, pour 100 du résidu fixe :

Carbone	47,52
Hydrogène	7,61
Azote	12,93
Oxygène	31,94

» En calculant, d'après cela, le carbone et l'azote correspondant aux 87,82 de résidu, ainsi que le carbone correspondant à l'acide carbonique et à l'acide acétique, on voit qu'il manque, pour 100 de fibrinpeptone mise en expérience, à peu près 5 de carbone et 1 d'azote. Cette perte, qui est de beaucoup supérieure aux erreurs que comporte l'expérience faite avec les plus grands soins, ne peut s'expliquer que si l'on admet la formation de un ou de plusieurs composés volatils ayant échappé à nos déterminations quantitatives.

» Or nous avons signalé, il y a longtemps, dans nos recherches sur les

matières albuminoïdes, la mise en liberté, sous l'influence de la baryte, de composés volatils appartenant au groupe du pyrrol ou de la pyridine.

» En tenant compte de ces observations, nous pouvons chercher à représenter la décomposition de la fibrinpeptone par la baryte au moyen d'une équation chimique du genre de la suivante qui traduit en nombres ronds, et assez approximativement, l'ensemble des données de l'expérience :

$$\underbrace{C^{56}H^{98}A^{16}O^{23}}_{\text{Fibrinpeptone.}} + 6H^2O = 2CO^2 + 4AzH^3 + \tfrac{1}{2}C^2H^4O^2 + C^6H^7Az + \underbrace{C^{47}H^{89}Az^{11}O^{24}}_{\text{Résidu fixe après la baryte.}}$$

» La formule purement schématique que nous attribuons au résidu fixe correspond à :

Carbone	47,35
Hydrogène	7,47
Azote	12,93
Oxygène	32,25

nombres très voisins de ceux fournis par l'analyse.

» Il résulte de là que la fibrine peptone, prise dans son ensemble, ne diffère de la fibrine initiale que par les éléments de l'eau. Remarquons surtout que l'acide carbonique et l'azote ammoniacal que donnent les albuminoïdes, dans leur hydratation sous l'influence de la baryte, n'apparaissent en aucune façon pendant cette première phase physiologique de transformation. Les uréides que renferme la fibrine subsistent donc en entier après peptonisation.

» Sous l'influence de la baryte elle perd, comme les albuminoïdes en général, le quart de son azote total sous forme d'ammoniaque. Il se sépare en même temps : une dose d'acide carbonique, qui est, avec l'ammoniaque, dans le rapport de $\frac{CO^2}{2AzH^3}$; de l'acide acétique.

» Le résidu fixe se rapproche de la forme générale $C^nH^{2n}Az^2O^4$, avec un peu d'hydrogène en moins et un peu d'oxygène en plus :

Rapport atomique de H à C	1,89
» » de O à Az	2,18

» Comme pour les albuminoïdes, ce résidu fixe, obtenu avec la baryte, est un mélange de divers composés amidés, la plupart cristallisables, de

même nature que ceux obtenus avec la fibrine soumise directement à l'action de la baryte.

» Dans un prochain Mémoire, nous nous occuperons de l'analyse immédiate de la fibrinpeptone totale et des décompositions qu'éprouvent ses diverses parties constitutives sous l'influence de la baryte.

» Comme l'ont déjà observé MM. Meisner, d'une part, et MM. Kühne et Chittenden, d'autre part, cette fibrinptone totale n'est pas un produit homogène.

» Elle se laisse scinder par diverses méthodes en produits distincts dont l'examen, fait au point de vue où nous nous sommes placé, conduit à des résultats nouveaux et intéressants, qui feront l'objet d'une seconde et prochaine Note. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur deux Ruminants de l'époque néolithique de l'Algérie.* Note de M. **A. Pomel.**

« Dans des gisements quaternaires de la dernière époque néolithique en Algérie, on rencontre un ensemble bien remarquable de Mammifères aujourd'hui inconnus dans la région, les uns émigrés, les autres éteints. La Hyène tachetée, le Phacochère, le Dromadaire (réintroduit par les Arabes), le Bœuf (Bubale) antique, l'Éléphant d'Afrique, en sont des exemples. J'en fais connaître deux autres très remarquables dans cette Note.

» 1° *Cervus pachygenys.* — Cette espèce est connue par des portions de mandibules portant les arrière-molaires, absolument semblables à celles des Cerfs et seulement un peu plus petites que celles du Cerf commun. Mais ces dents présentent la singularité que la dernière arrière-molaire est plus étroite que la pénultième et est à peine plus longue qu'elle, malgré ses trois lobes; elle est longue de $0^m,022$ et large de $0^m,010$, la pénultième ayant pour les mêmes mesures $0^m,020$ et $0^m,015$. Le bourrelet basilaire est bien marqué; le tubercule conique de l'intervalle des lobes extérieurs est bien développé et atteint le milieu du fût qui est court. La surface de l'émail est fortement vermiculée.

» L'os mandibulaire est aussi épais que haut devant la pénultième molaire, $0^m,025$; mais il s'épaissit brusquement en arrière et derrière la dernière molaire il est haut de $0^m,042$ et épais de $0^m,040$. A cette hauteur il y a un brusque gonflement de la face extérieure à l'origine de la branche

montante et à partir de l'insertion massétérine, qu'on serait tenté de considérer comme une déformation pathologique. La surface massétérine ne peut plus porter le nom de *cavité*, puisqu'elle est convexe et mal limitée. La partie angulaire est en portion de cercle et épaissie en forme de bourrelet arrondi, semblant limiter l'insertion massétérine du côté extérieur et avoir un peu plus de largeur du côté interne. Elle contraste avec sa forme habituelle chez les Ruminants.

» La branche montante reste épaissie jusqu'au condyle qui est très peu élevé au-dessus du plan de mastication, $0^m,010$. L'apophyse coronoïde est elle-même courte ,$0^m,020$, et très épaisse, presque prismatique, obtuse et non courbée en crochet au sommet. Le bord antérieur de la branche montante, très épaissi, s'élève presque droit à partir de l'arrière-molaire qu'il déborde notablement; c'est une vraie apparence monstrueuse, bien que l'os ne porte aucune trace de maladie. Près du bord postérieur de la branche montante, à sa face interne, entre le condyle et le bord angulaire, est un large orifice d'un canal vasculaire, d'où descend un fort sillon qui limite de ce côté l'empreinte musculaire sans descendre jusqu'au bord. On peut constater que ce gonflement est produit par un épaississement considérable de la lame osseuse et non par une ampoule de cette lame. Malgré ce que cette conformation a d'extraordinaire, on est bien obligé d'admettre qu'elle est normale dans l'espèce, puisque nous la retrouvons identique dans trois tronçons de mandibules ayant appartenu à trois sujets différents.

» Il y a dans cette disposition des éléments de la branche postérieure quelque point d'analogie qui rappelle, quoique à un moindre degré, l'atrophie de la branche montante des Méganthéréon. Celle-ci est incontestablement produite par le développement des canines cultriformes; y aurait-il une cause pareille pour notre fossile? Je dois avouer que ce n'est pas probable, la présence de canines très grandes chez les Chevrotains ne me paraît avoir produit rien de semblable sur l'os mandibulaire : il faut espérer que de nouvelles découvertes nous éclaireront à cet égard. En l'état, il est difficile de faire des hypothèses plausibles sur les modifications de structure que cette anomalie peut avoir produites, sur le crâne par exemple.

» Mais notre animal était-il bien un Cerf par toute son organisation, et particulièrement par les appendices frontaux? Je n'oserai encore rien affirmer; cependant, avec deux de ces mâchoires, on a trouvé des tronçons de bois à surface lisse, à tissu de bois de Renne et grêles comme dans certaines variétés de bois de femelles; ils sont flexueux et pourraient avoir appartenu à un bois très ramifié. Nous n'en aurons la certitude que par la

découverte de quelque frontal. Les pièces qui sont ici signalées proviennent de deux gisements assez différents et très éloignés l'un de l'autre. Deux d'entre elles ont été recueillies, par M. Bégin, dans une grotte près de Bougie; l'autre a été trouvée au sud de Médéah, dans un limon tourbeux, dans des fouilles pour les fondations d'un viaduc du railway de Bérouaghia et nous a été donnée par M. Sauvaget, ingénieur de la construction.

» On ne cite en Berbérie et même dans toute l'Afrique que deux espèces de Cerf : le Daim signalé dans les forêts de Lacale, et le Cerf de Corse, existant dans l'est de l'Algérie et dans la Tunisie ; mais encore leur indigénat peut-il être suspecté, surtout pour le premier.

» 2° *Antilope* (?? Nagor) *Maupasi*. — Cet animal paraît avoir été un peu plus grand que la Gazelle et en avoir eu la gracilité. Il est connu par des arrière-molaires supérieures et inférieures, prismatiques comme celles des Moutons, des Gazelles et des Bœufs, mais remarquables en ce que, comme chez les derniers, elles montrent des colonnettes interlobaires très développées, mais en même temps les inférieures ont une colonnette antérieure comme chez les Moutons. C'est une structure que l'on trouve chez plusieurs des espèces groupées dans le sous-genre systématique des Oryx; mais ces espèces sont en général d'une taille beaucoup plus grande. On la retrouve également dans une Antilope du Sénégal, le Mgill, que Laurillard avait décrite sans la nommer, en la plaçant dans son sous-genre Nagor, caractérisé par des cornes autrement conformées et dirigées. Je ne pourrais indiquer les différences observées qu'à l'aide de figures ; mais je n'oserais émettre l'avis que ces animaux appartiennent au même groupe par la conformation de leurs crânes.

» L'Antilope leucoryx a probablement habité les hauts plateaux de la Numidie à une époque relativement récente; j'en ai recueilli une portion de corne avec son frontal et des mâchoires supérieures et inférieures, avec divers os des membres, dans une sorte de tumulus, près d'Aïn-Melila. Les molaires, beaucoup plus grandes, quoique du même type que celles décrites, en diffèrent trop d'aspect pour qu'on songe à les rapprocher, mais il n'y aura de certitude à cet égard que lorsqu'on pourra comparer des crânes entre eux. Il me paraît, toutefois, très intéressant de constater en Algérie, à l'époque où y vivait l'Éléphant d'Afrique, la présence d'une de ces Antilopes bovines, ou, pour mieux dire, boodontes, qui en sont actuellement exclues. Je me demande même si l'Antilope leucoryx d'Aïn-Melila appartenait réellement à la faune barbaresque et si

elle ne faisait pas partie d'un troupeau domestiqué, comme on pourrait l'admettre pour les sujets souvent figurés par les Égyptiens avec l'attitude de troupeaux plus ou moins dociles.

» Les dents de cette Antilope ont été recueillies par M. Maupas, avec divers autres débris et des poteries grossières, dans une fente ouverte dans les molasses pliocènes du ravin de la Femme-Sauvage, près d'Alger; quelques autres ont été trouvées dans la grotte du Grand-Rocher, près de Guyotville, par Bourgeau. Je crois pouvoir rapprocher de ces derniers débris un métatarsien qui montre les proportions des Gazelles, mais indique un animal un peu plus fort que la Gazelle de montagne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour les fonctions de Directeur de l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 54 :

M. Tisserand obtient. . . .	30 suffrages.
M. Lœwy »	24 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 48 :

M. Lœwy obtient.	42 suffrages.
M. Wolf »	3 »

Il y a trois bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. Tisserand.
En seconde ligne	M. Lœwy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Léopold Hugo** adresse un Mémoire « Sur quelques particularités de la Carte de la voie lactée, dans la constellation du Cocher.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen).

M. **Drillon** adresse, de Périgueux, une Note sur un projet de paquebot à grande vitesse.

(Commissaires : MM. Pâris, de Jonquières, de Bussy.)

M. **Ch. Lestoquoi** demande l'ouverture d'un pli cacheté, adressé par lui le 27 janvier 1890.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée « Projet-étude d'un manomètre à commutateur, susceptible de nombreuses applications en Hydraulique et Hydrographie. »

L'auteur adresse en outre aujourd'hui un dessin détaillé de l'appareil.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Bouquet de la Grye, Mascart.)

M. **A. Allemand** adresse un complément à ses précédentes Communications sur le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **Van Beneden**, nommé Associé étranger de l'Académie, adresse ses remerciements.

M. **Adolphe Carnot** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Léon Lalanne*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un numéro du « Bulletin de la Société d'encouragement » contenant un Mémoire dans lequel M. *Malher* expose ses résultats sur l'étude du pouvoir calorifique des combustibles industriels, déterminé à l'aide de la bombe calorimétrique. C'est une nouvelle preuve de la transformation rapide des résultats pratiques et industriels par les méthodes de la Science pure.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième trimestre de* 1892. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« La saison a été favorable, surtout en mai et juin; le nombre de jours d'observations pour les taches et les facules est de 82, savoir 21 en avril, 31 en mai et 30 en juin. Voici les résultats :

	Fréquence relative		Grandeur relative		
1892.	des taches.	des facules.	des taches.	des facules.	Nombre des groupes par jour.
Avril	24,67	0,00	70,81	51,19	5,57
Mai	24,27	0,00	119,47	62,50	5,74
Juin	25,00	0,00	111,20	106,83	6,20

» Le phénomène des taches solaires est bien plus marqué, pour chaque mois, que dans le semestre précédent; les facules aussi présentent une augmentation.

» Pour les protubérances, le nombre des jours d'observations est plus petit, à cause du mauvais temps en avril. Nous avons obtenu les résultats suivants :

		Protubérances.		
1892.	Nombre des jours d'observations.	Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Avril	19	7,84	38,7	2,0
Mai	27	7,70	38,2	1,9
Juin	30	10,63	37,5	1,7

» Les protubérances solaires ont été plus nombreuses en accord avec les taches, car le maximum secondaire arrive en juin pour les taches comme pour les phénomènes chromosphériques. Nous sommes donc entrés dans la période du véritable maximum de l'activité solaire. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier semestre de* 1892. Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations; le premier contient, pour chaque mois, le nombre proportionnel des jours sans taches (nombre d'ailleurs nul pour tout le semestre), les époques d'opposition, les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; le deuxième Tableau donne les nombres mensuels des groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces totales mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère); le troisième enfin renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui ressortent de ces Tableaux sont les suivants :

» *Taches*. — 1° L'activité solaire, relativement au phénomène des taches, est encore en augmentation : le deuxième semestre de 1891 avait donné 101 groupes avec une surface totale de 7997 millionièmes; le premier semestre de 1892 donne 125 groupes avec une surface de 12,196; on voit d'ailleurs, par le détail des mois, que cette augmentation n'a pas été progressive et régulière.

» 2° L'hémisphère sud qui, pendant les deux semestres de 1891, renfermait bien moins de groupes de taches que l'hémisphère nord, en contient presque autant que celui-ci dans l'ensemble des six premiers mois de 1892.

» 3° Les latitudes des groupes continuent à diminuer; les maxima de fréquence restent encore dans les zones de 10° à 20° et y ont à peu près la même valeur relative que pendant le deuxième semestre de 1891, mais la fréquence a sensiblement augmenté dans la zone équatoriale qui renferme 12 groupes pendant le semestre actuel, soit 9 de plus que pendant le précédent.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces réduites moy.
	Janvier 1892.	0,00.	
2.		+24	2
2.		+19	11
2-9.		+22	313
2-9.	—17		78
5.	—24		1
9-19.	—25		264
19.		+21	1
19.	—19		21
19.	—20		51
19.	—12		167
19.		+12	9
19-26.		+15	265
19-26.		+27	338
19.	—23		1
19-26.		+26	203
26.	—15		373
26.		+22	43
	Février.	0,00.	
4.		+24	1
4.	—19		1
4.	—20		11
10-11.	—15		160
4.		+22	108
4-18.	—27		2062
10-18.	—18		80
10-16.		+19	12
16-20.		+ 9	103
16-20.	—20		15
16-20.		+14	31
16-24.		+17	188
16-24.		+20	87
23-24.		+15	5
18-20.	—15		12
27-29.	—14		5
20-27.		+24	78
27.		+ 7	2
5.		+26	55

Dates extrêmes d'observ.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces réduites moy.
	Mars.	0,00.	
29- 7.	—16		92
29.		+14?	1?
5-17.	—25		537
12-17.		+17	13
9-18.	—21		29
16-17.		+11	2
15.		+10	2
16-24.		+22	21
15-16.	—22		4
15-24.		+10	238
16-24.	—16		345
21.		+25	8
21- 1.		+28	215
21- 1.		+14	4
24-31.	—17		3
24- 1.	—23		31
31.	—12		1
	Avril.	0,00.	
31- 2.	—19		4
31- 4.		+13	7
31- 1.	—11		106
31- 6.		+18	23
2- 9.	—26		2
9.	—24		1
6- 9.		+18	6
6-11.		+12	56
6-15.		+17	67
9-15.	—20		7
9.	—28		2
11.	—12		14
15.		+29	4
11-23.		+11	75
15-23.	—27		139
16-23.	—14		262
22-23.	—29		240
19.	—19		2
15-19.		+22	7
19-27.		+10	187
23.		+31	3
22-27.		+16	61
22-27.	—22		27
2.	—15		8
23- 2.		+18	16
23- 4.	—17		141

Dates extrêmes d'observ.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces réduites moy.
	Mai.	0,00.	
4- 7.		+25	44
2- 9.		+20	76
27-10.	—25		197
2-10.	—22		9
2-11.	—12		207
7.	— 6		1
4-16.		+19	181
9-14.	—10		2
9-14.		+11	9
11.	—29		2
10-18.	—14		739
14-18.		+10	158
18.		+ 5	3
25-27.		+10	149
18-27.		+16	116
25-27.	—18		7
25- 2.		+13	14
27- 2.		+ 5	8
25- 2.	—18		725
25- 2.	—24		90
27.	—17		6
	Juin.	0,00.	
27- 2.	—18		55
2- 9.		+ 9	127
7.	—12		2
2- 7.		+17	4
7-11.		+14	3
9-11.		+23	12
11.		+14	1
7- 9.	—10		3
7-11.		+20	90
7-17.		+ 8	138
11-17.	—26		64
9-17.		+11	11
11-22.		+26	50
15-22.	—22		5
15-25.		+11	66
15-25.	—21		256
27.	—31		1
22-28.		+11	238
27-28.		+16	4
22.	—10		1
25-28.	—22		24
25-27.	—33		2
22-25.	—23		3
25- 1.		+23	7
25- 4.	—20		6

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.					Nord					Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	40°.	30°.	20°.	10°. 0°.	Somme.	0°. 10°.	20°.	30.	40°.	Somme.		
Janvier 1892.	»	30	5	»	8	»	3	6	»	9	17	2141
Février	»	2	6	»	8	2	5	4	»	11	19	3016
Mars	»	4	4	»	8	1	5	3	»	9	17	1556
Avril	»	7	7	»	14	1	8	2	1	12	26	1567
Mai	»	4	5	2	11	3	5	2	»	10	21	2743
Juin	2	6	3	1	12	2	7	4	»	13	25	1173
Totaux	2	26	30	3	61	9	33	21	1	64	125	12196

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°.	40°.	30°.	20°.	10°. 0°.	Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Somme.		
Janvier 1892.	1	1	4	5	1	12	2	3	6	2	1	14	26	59,1
Février	1	»	3	6	»	11	1	5	7	»	»	13	24	52,2
Mars	1	»	6	4	»	11	1	6	6	1	»	14	25	61,3
Avril	1	»	6	5	»	12	1	8	4	3	»	16	28	57,8
Mai	»	»	6	4	1	11	3	6	5	1	1	16	27	72,2
Juin	»	2	7	3	1	13	2	8	6	»	»	16	29	60,7
Totaux	4	3	32	27	3	70	10	36	34	7	2	89	159	380,4

» *Régions d'activité.* — 1° Ici encore on voit que l'activité solaire reste croissante; dans l'ensemble des six mois considérés, il y a 159 groupes de facules (avec ou sans taches) et une surface totale de 380,4 millièmes, tandis que les six mois précédents avaient donné 147 groupes et une surface de 268,8. Pas plus que pour les taches, l'augmentation ne s'est produite régulièrement de mois en mois.

» 2° Les deux hémisphères diffèrent moins l'un de l'autre (70 régions au sud et 89 au nord de l'équateur) que pendant le semestre précédent (57 régions au sud, 90 au nord); résultat analogue à celui que nous avons signalé pour les taches seules.

» 3° La diminution des latitudes se manifeste dans l'ensemble des régions actives, comme dans les taches seules : pendant le semestre que nous étudions, la fréquence est devenue sensiblement la même dans les zones de 10° à 20° de latitude que dans celles de 20° à 30°, et il y a, dans la zone équatoriale, 13 groupes, soit 9 de plus que pendant le deuxième semestre de 1891. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats nouveaux sur l'hydrogène, obtenus par l'étude spectrale du Soleil. Rapprochements avec l'étoile nouvelle du Cocher.* Note de M. **Deslandres.**

« Le spectre complet de l'hydrogène a été reconnu, pour la première fois, dans les étoiles blanches par le Dr Huggins, qui a pu ajouter dix radiations ultra-violettes nouvelles aux quatre radiations lumineuses connues. Ce résultat fut confirmé ensuite par MM. Lockyer, Vogel et Cornu qui retrouvèrent dans l'hydrogène incandescent du laboratoire successivement une, quatre et neuf de ces radiations nouvelles.

» Peu après, M. Balmer indiqua une fonction simple des nombres entiers successifs qui représente exactement cette série de quatorze radiations, assimilable à une série d'harmoniques sonores. Cette fonction remarquable, qui s'applique aussi à la plupart des métaux, est la suivante : $N = A - \frac{B}{n^2}$; N étant le nombre de vibrations, A et B deux constantes, et n un nombre entier variant de 3 à 16.

» La série des harmoniques de l'hydrogène qui, à l'état de raies noires, caractérise les étoiles blanches est difficile à retrouver même faible et incomplète dans le laboratoire. Or je l'ai obtenue récemment brillante, dans le Soleil, très intense, entière, et même avec cinq radiations nouvelles en plus, et dans des conditions qui permettent la mesure précise des nombres de vibration.

» Ces harmoniques supérieurs de l'hydrogène ne se montrent pas, comme on sait, dans le disque même du Soleil, qui est une étoile jaune, mais ils apparaissent nettement dans les parties les plus brillantes de son atmosphère, ainsi que je l'ai déjà indiqué (voir *Comptes rendus,* août 1891, février et mars 1892). Le 4 mai dernier, j'ai photographié (¹), de λ400 à λ360, le spectre d'une protubérance extraordinairement intense, qui offre le rayonnement le plus riche et le plus complet qui ait encore été observé dans cette région. En effet, l'épreuve, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, présente, outre un grand nombre de raies métalliques énumérées au bas de la page (²), les dix radiations ultra-violettes de l'hydrogène

(¹) Cette photographie a été faite avec le concours de mon assistant, M. Mittau.

(²) Les raies principales (non corrigées de la réfraction) sont : λ 396,66, λ 394,41 de l'aluminium; λ 383,84, λ 383,25, λ 282,95 du magnésium, qui sont renversées; λ 385,65, λ 382,05, λ 381,60, λ 374,84, λ 374,58, λ 373,73, λ 372,01, λ 370,59 du fer; et aussi les raies λ 392,81, λ 392,30, λ 390,56, λ 388,64, λ 382,80, λ 382,60, λ 382,46

de M. Huggins, et cinq radiations nouvelles en plus, qui suivent si régulièrement les précédentes, que l'on est conduit à les rapporter aussi à l'hydrogène. D'ailleurs ces radiations brillantes se projettent sur le spectre de la lumière diffuse du ciel, ou du Soleil, qui est le spectre déterminé actuellement avec la plus grande exactitude. Aussi ai-je pu mesurer avec précision leurs nombres de vibrations par rapport aux repères fondamentaux de M. Rowland. Le Tableau ci-dessous permet de comparer les nombres de vibrations ainsi mesurés par moi, les nombres de vibrations obtenus dans le laboratoire par M. Ames et les nombres calculés par la formule de Balmer avec la constante déterminée par M. Ames sur les raies lumineuses (¹) $N = 274,183\left(1 - \frac{4}{n^2}\right)$.

	Nombres entiers de la formule n.	Notation de M. Huggins.	Nombres de vibrations obtenus par moi.	obtenus par Ames.	calculés.
reconnues dans les étoiles.	12	H_ε	266,565	266.575	266,566
	13	H_ζ	296,685	267,715	267,694
	14	H_η	268,585	268,615	268,586
	15	H_θ	269,310	269,330	269,309
	16	H_ι	269,890		269,898
reconnues dans le Soleil.	17		270,385		270,387
	18		270,795		270,797
	19		271,140		271,142
	20		271,460		271,448
	21		271,700		271,694

» On voit, d'une part, que, pour les radiations déjà connues, l'écart entre les nombres observés et calculés est moindre pour nos mesures que pour celles de M. Ames, les conditions de nos mesures étant d'ailleurs plus favorables; d'autre part, que les radiations nouvelles correspondent exactement aux cinq termes suivants de la formule de Balmer. Donc ces radiations appartiennent bien à l'hydrogène; et l'on vérifie une fois de plus que cette formule, extrêmement remarquable, représente les vibrations de l'hydrogène, d'autant mieux que les observations gagnent en étendue et précision.

» Nos connaissances théoriques sur l'hydrogène, que l'étude des étoiles

---

λ 381,98, λ 376,14, λ 375,93, λ 368,35, λ 368,52, qui n'ont pas été rapportées à un élément connu.

(¹) Ces nombres de vibrations sont corrigés de la réfraction atmosphérique.

a permis d'agrandir, sont ainsi complétées par l'étude du Soleil, qui est, il est vrai, la source de lumière la plus intense dont nous disposions.

» *Rapprochements avec l'étoile temporaire du Cocher.* — Mais cette protubérance exceptionnelle offre encore un autre intérêt par les rapprochements qu'elle permet avec l'étoile temporaire du Cocher. En effet, le spectre de cette étoile, dans la région de l'épreuve, est identique par la composition à celui de la protubérance; et ce résultat appuie fortement l'explication donnée par le Dr Huggins qui attribue l'éclat passager de l'étoile à des protubérances énormes développées par l'approche de deux corps voisins.

» Le spectre de l'étoile est formé, de raies groupées par deux, une raie brillante étant accolée à une raie noire, les deux raies brillante et noire offrant des renversements, avec un déplacement continuel des raies renversées. Or les raies brillantes du calcium, à la base de la protubérance, offrent aussi un renversement. D'autre part, lorsque les protubérances, au lieu d'être au bord, se projettent sur le disque du Soleil, en se confondant avec les facules, les raies noires du calcium offrent toujours un renversement double très net (1), semblable à celui de la nouvelle étoile.

» Mais la similitude est plus frappante encore, lorsque l'on examine, non plus un point du Soleil, mais l'ensemble du Soleil, ainsi que pour les étoiles, en recevant dans l'appareil la lumière de tous les points à la fois; le renversement double des facules se présente encore (2), mais moins intense, si le Soleil est riche en facules; il est proportionnel à leur éclat et à leur étendue. De plus, lorsque, par la rotation solaire, les facules, supposées groupées dans une même région, se rapprochent ou s'éloignent, les raies de renversement sont déplacées par rapport à l'ensemble du spectre. Ainsi, et cette propriété valait la peine d'être signalée, le Soleil offre parfois un des phénomènes de la nouvelle étoile qui a paru le plus singulier.

» Ces raies brillantes de renversement représentent l'ensemble des masses gazeuses incandescentes élevées de l'atmosphère, et leurs déplacements par rapport aux autres raies sont liés à la rotation de l'astre. Or on les trouve dans le Soleil: donc il est naturel de les rechercher dans les étoiles; et certes, avec les grands télescopes actuels, les étoiles les plus brillantes peuvent être analysées presque aussi bien que le Soleil. L'étude de ces renversements fournira des données précieuses sur la na-

---

(1) J'ai été le premier à signaler cette propriété des facules, que M. Hale a confirmée dans des recherches parallèles.

(2) Il peut être masqué par les protubérances du bord, lorsqu'elles sont intenses. Il peut être obtenu lorsque le Soleil est invisible, avec la lumière des nuées.

ture et la rotation de l'atmosphère des étoiles, et permettra d'aborder des questions qui, jusqu'alors, ont paru inaccessibles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la vitesse de propagation des ondulations électromagnétiques dans les milieux isolants, et sur la relation de Maxwell.* Note de M. **R. Blondlot**, présentée par M. Lippmann.

« La considération de l'homogénéité conduit à une relation d'une extrême simplicité, concernant la propagation des ondes électromagnétiques dans les différents milieux isolants. Soit un *oscillateur* électrique, formé d'un métal extrêmement bon conducteur; les ondes qu'il est susceptible d'émettre lorsqu'il fonctionne dans un certain milieu ont une longueur qui ne peut dépendre que de la forme et des dimensions de l'oscillateur d'une part, et des propriétés électriques du milieu d'autre part. Ce milieu étant supposé isolant, ses propriétés électriques sont définies par un coefficient unique, sa constante diélectrique ou son pouvoir inducteur spécifique K, puisque les constantes magnétiques de tous les diélectriques connus sont sensiblement égales entre elles. Il en résulte que λ ne peut être fonction que d'un certain nombre de longueurs, servant à définir la forme et la grandeur de l'oscillateur et du coefficient K. D'autre part, la valeur numérique de K dépend de l'unité de temps (¹), que l'on peut toujours choisir arbitrairement : il est, par suite, impossible que l'expression de λ, qui est une longueur, contienne K. Donc, *un oscillateur étant donné, la longueur des ondes qu'il est susceptible d'émettre doit rester la même, quel que soit le milieu isolant dans lequel l'expérience est faite.*

» J'ai vérifié cette proposition dans le cas de diélectriques liquides : des ondes électriques sont produites et transmises par le procédé que j'ai décrit (²), le long de deux fils de cuivre étamé parallèles, distants de 8^{cm}; un résonateur en cuivre doré, analogue à celui dont je me suis servi pour déterminer la vitesse de propagation des ondes électriques, est disposé entre les deux fils; la partie du résonateur qui forme condensateur est contenue dans une cuve en verre, la portion des fils de transmission située au delà du résonateur est contenue dans une auge en bois de 4^{m} de longueur. La cuve et l'auge étant vides de liquide, on cherche où il faut placer le

(¹) Les dimensions de K sont $L^{-2}T^{2}$.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 283; 1892.

pont mobile pour faire disparaître l'étincelle : la distance du pont au résonateur est alors le quart de la longueur des ondes que le résonateur est susceptible d'émettre; il est toutefois inutile de la mesurer et l'on se contente de repérer exactement la position du pont. Cela fait, on emplit du liquide choisi la cuve qui contient le condensateur : on constate que la longueur d'onde devient beaucoup plus grande (elle passait de $14^m,8$ à plus de 25^m dans une expérience faite avec l'essence de térébenthine). On emplit l'auge du même liquide, et, en cherchant de nouveau la position du pont pour laquelle l'étincelle du résonateur disparaît, j'ai constaté que cette position est *exactement* la même que dans la première partie de l'expérience, lorsque la cuve et l'auge contenaient de l'air. L'expérience a eu un égal succès avec les deux diélectriques que j'ai employés, l'essence de térébenthine et l'huile de ricin (1) : la vérification de la loi a été complète.

» Remarquons que l'Acoustique nous présente un cas tout à fait analogue : un tuyau sonore émet toujours des ondes dont la longueur dépend uniquement de celle du tuyau et, par suite, est indépendante de la nature de l'atmosphère dans laquelle on le fait vibrer.

» De la loi précédente, je vais déduire une conséquence importante, que M. Potier a aussi aperçue :

» Entre la capacité C, le coefficient de self-induction L et la période T de mon résonateur existe la relation

$$T = 2\pi\sqrt{CL};$$

d'où, en multipliant les deux membres par V, vitesse de la propagation des ondes,

$$\lambda = 2\pi\sqrt{L} \times \sqrt{C} \times V;$$

comme λ et L sont indépendants de la nature du milieu diélectrique, le produit CV doit l'être aussi; or, lorsqu'on passe de l'air à un autre diélectrique, la valeur de C devient K fois plus grande, et la valeur de V doit être multipliée par l'inverse $\frac{1}{n}$ de l'indice de réfraction du nouveau milieu; il faut donc que l'on ait $K \times \frac{1}{n^2} = 1$ ou $K = n^2$: c'est la relation prévue théoriquement par Maxwell.

(1) J'expliquerai plus loin pourquoi l'huile de ricin offre ici un intérêt particulier.

» Je me trouve ainsi avoir vérifié cette relation pour les deux liquides que j'ai employés, et mes expériences viennent confirmer celles que MM. L. Arons et H. Rubens ont récemment publiées (1). L'huile de ricin offre ici un intérêt spécial, car lorsqu'on cherche à déduire des valeurs des indices lumineux de ce corps l'indice qui correspondrait à une longueur d'onde infinie, à l'aide de la formule de dispersion de Cauchy, on trouve le nombre 1,4674, tandis que la racine carrée de la constante diélectrique est 2,18 (2); la relation de Maxwell semblerait ainsi en défaut, mais c'est le mode de vérification qui est incorrect. Je ferai remarquer que mes expériences remplissent rigoureusement la condition exigée pour que la relation de Maxwell soit applicable, à savoir que les valeurs de k et de n se rapportent à des phénomènes de même période; elles offrent de plus la circonstance avantageuse d'être indépendantes de toute mesure, puisqu'elles ne reposent que sur la constatation de l'égalité de deux longueurs.

» Il ne faudrait pas croire que le raisonnement fondé sur la considération de l'homogénéité qui nous a amené à la relation de Maxwell soit nécessairement applicable à tous les diélectriques et que les vérifications expérimentales soient superflues : ce raisonnement suppose en effet que les propriétés électriques du milieu soient définies par la seule constante diélectrique; si plusieurs coefficients étaient nécessaires, la longueur d'onde correspondant à un oscillateur donné pourrait ne plus être indépendante du milieu, et la relation de Maxwell pourrait être en défaut. L'expérience seule peut donc décider en dernier ressort.

» J'adresse ici mes remercîments à M. M. Dufour, qui m'a aidé de la manière la plus obligeante dans l'exécution de mes expériences. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide permolybdique et des permolybdates.* Note de M. E. **Péchard** (3), présentée par M. Troost.

« J'ai indiqué, dans une Communication précédente, comment j'avais obtenu l'acide permolybdique et les sels qui en dérivent. Je puis donner maintenant les résultats que j'ai obtenus pour la chaleur de formation de

---

(1) *Annales de Wiedemann*, Bd. XLII, p. 581; 1891.
(2) *Ibid.*, p. 582.
(3) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

ces composés. Cette étude nécessite la connaissance de la chaleur de formation des molybdates neutres ou acides; j'ai donc déterminé : 1° la chaleur de formation des molybdates neutres; 2° l'action de l'acide sulfurique sur ces composés.

» Une molécule d'acide molybdique solide en se dissolvant dans la soude étendue ($1^{mol} = 8^{lit}$) pour donner du molybdate neutre de soude, dégage $24^{Cal},2$, moyenne des nombres $24^{Cal},2$, 24^{Cal}, $24^{Cal},4$ trouvés dans trois opérations. De même la potasse étendue, en se combinant à l'acide molybdique pour donner du molybdate neutre de potasse, dégage 24^{Cal}.

» Ces deux nombres sont inférieurs à ceux que donnent les mêmes alcalis avec les acides forts, mais ils sont supérieurs à ceux que donne l'acide carbonique dans les mêmes conditions. L'acide molybdique déplace en effet à froid l'acide carbonique des carbonates, et nous allons voir comment les acides forts se comportent vis-à-vis des molybdates.

» Ajoutons, en effet, à 1 molécule de molybdate neutre de soude, 1 molécule d'acide sulfurique (1 molécule $= 8^{lit}$). Nous trouvons ainsi $6^{Cal},9$; si tout l'acide molybdique était précipité de sa dissolution, on devrait trouver $31^{Cal},7 - 24^{Cal},2 = 7^{Cal},5$.

» Si, au lieu d'ajouter la molécule d'acide sulfurique d'un seul coup, nous ajoutons successivement deux demi-molécules, nous trouvons, pour les quantités de chaleur dégagée, $4^{Cal},3$ et $2^{Cal},6$, dont la somme est égale à $6^{Cal},9$.

» Il résulte de ces nombres qu'un excès d'acide sulfurique déplace presque tout l'acide molybdique des molybdates. Cet acide molybdique en solution étendue ne se dépose pas, parce qu'il se forme un molybdate très acide qui nécessite pour sa formation $0^{Cal},6$.

» Nous voyons, de plus, que l'action de la soude sur ce sel acide donnera d'abord du bimolybdate avec dégagement de $10^{Cal},9$, puis du molybdate neutre avec dégagement de $13^{Cal},2$.

» Nous pouvons maintenant étudier la chaleur de formation de l'acide permolybdique. Ajoutons en effet de l'eau oxygénée à un mélange à molécules égales de molybdate neutre de soude et d'acide sulfurique : il se produit de l'acide permolybdique qu'on reconnaît à sa couleur orangée. Dans cette opération, il se dégage $5^{Cal},4$. Or, si nous négligeons la quantité de chaleur absorbée dans la formation du molybdate acide de soude, et si nous remarquons que le sulfate de soude mélangé à de l'acide permolybdique dans un calorimètre dégage une quantité de chaleur insignifiante, le nombre $5^{Cal},4$ est égal à la somme algébrique des quantités de chaleur

dégagées : 1° dans la décomposition de l'eau oxygénée, $21^{Cal},6$; 2° dans la formation de l'acide permolybdique. Donc $-21^{Cal},6+(x=5,4)=-16^{Cal},2$.

» Ce nombre n'est qu'approché; mais nous pouvons en avoir une valeur plus exacte en étudiant l'action des alcalis sur l'acide permolybdique.

» L'acide permolybdique étant monobasique, en mélangeant une molécule d'alcali à une molécule d'acide, nous pourrons déterminer la chaleur de saturation de cet acide.

» Nous trouvons ainsi pour la soude le nombre $11^{Cal},2$, pour la potasse $11^{Cal},1$ comme moyenne des observations.

» L'acide permolybdique déplacera donc l'acide carbonique de ses combinaisons et sera déplacé par les acides forts.

» Si maintenant, à du permolybdate de soude, nous ajoutons encore une molécule de soude, nous décomposons l'acide et il se forme du molybdate neutre de soude. Une portion de l'oxygène se dégage, l'autre reste en dissolution. Si nous mélangeons dans un calorimètre 1 molécule d'acide et 2 molécules de soude, nous trouvons un dégagement de chaleur égal à $64^{Cal},3$. Les états finaux étant les mêmes quand nous ajoutons 2 molécules de soude à 1 molécule d'acide permolybdique, ou 2 molécules de soude à 2 molécules d'acide molybdique, la chaleur dégagée dans la décomposition de l'acide sera

$$64,3-2\times 24,2=15^{Cal},9.$$

Ce nombre est très voisin du nombre $16^{Cal},2$ trouvé plus haut.

» On voit, d'après cette étude calorimétrique de l'acide permolybdique, que ce corps se forme avec absorption de chaleur. Sa formation nécessite l'intervention d'une énergie étrangère et, dans sa production, cette énergie est fournie par la chaleur dégagée dans la décomposition de l'eau oxygénée. »

CHIMIE. — *Sur le phosphure de mercure cristallisé*. Note de M. **Granger**, présentée par M. Troost.

« A la température ordinaire, l'action du phosphore sur le mercure est nulle : les deux vapeurs peuvent être chauffées sans qu'il y ait combinaison. Les résultats sont les mêmes en opérant soit à la pression ordinaire, soit en tubes scellés; on retrouve, après refroidissement, les deux matières condensées séparément.

» Les méthodes employées jusqu'ici, action de l'hydrogène phosphoré ou du phosphore sur les solutions des sels de mercure, action du phosphore sur le calomel, ne donnant que des produits fort impurs et sur les propriétés desquels les auteurs sont en désaccord.

» J'ai songé à faire réagir les combinaisons halogénées du phosphore sur le mercure : cette méthode, essayée non seulement sur le mercure, mais sur d'autres métaux, m'a donné des résultats que je publierai dans une prochaine Communication.

» En faisant réagir, en tubes scellés, du mercure et de l'iodure de phosphore entre 275° et 300°, on obtient, après dix heures de chauffe, de l'iodure de mercure et du phosphure de mercure. On sépare le produit de l'iodure de mercure qui le souille, par des lavages à l'iodure de potassium. On obtient ainsi de beaux cristaux, d'aspect métallique, fort brillants. Ils sont fragiles, leur poussière est brune; réduits en lames minces, ils sont rouges par transparence.

» Ces cristaux appartiennent au système rhomboédrique, ils présentent les faces p et a', combinées avec un prisme hexagonal.

» La formule de ce composé est Hg^3Ph^2.

» Inaltérable à froid, ce phosphure se décompose sous l'influence de la chaleur en phosphore et en mercure. Chauffé au contact de l'air, il s'enflamme; réduit en poudre fine et mélangé avec du chlorate de potasse, il détone sous le choc du marteau.

» Projeté dans un flacon de chlore, il s'y enflamme à la température ordinaire.

» Les acides nitrique et chlorhydrique sont sans action, l'eau régale le dissout aisément.

» On peut également l'obtenir en faisant passer de l'iodure de phosphore sur du mercure chauffé vers 250°, mais le phosphure se sublime en même temps que l'iodure de mercure formé et leur séparation est longue et pénible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action minéralisatrice du sulfate d'ammoniaque.* Note de M. T. Klobb, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai fait connaître, dans une Communication préliminaire, une nouvelle réaction, à l'aide de laquelle on peut obtenir, à l'état cristallin, certains sulfates anhydres. L'oxyde ou le sulfate métallique est chauffé avec un excès de sulfate d'ammoniaque jusqu'à fusion du mélange; on évapore

à la température de 350°-400° ; quand tout dégagement de vapeurs a cessé, on retire le creuset. Si l'on n'a pas surchauffé le résidu, celui-ci est entièrement composé de sulfate neutre. C'est là un nouvel exemple de cristallisation par solution dans un dissolvant approprié, et volatilisation de ce dernier.

» Si l'on soumet à ce traitement du *sulfate de plomb* précipité, ce sel se transforme en une poudre micro-cristalline grisâtre. Ce sont des prismes courts, transparents, ne dépassant guère $0^{mm},07$ de longueur, aux angles et aux arêtes légèrement émoussés ; beaucoup de ces cristaux rappellent la combinaison m, a^4, une des plus simples que l'on rencontre chez l'anglésite. Densité : 6,28. SO^3 pour 100 trouvé 26,9 (théorie 26,4).

» D'une façon générale le sulfate d'ammoniaque semble d'abord former avec le sel métallique des composés transitoires ; quelques-uns d'entre eux ont même été déjà décrits par MM. Lachaud et Lepierre. Avec le cuivre, la réaction est particulièrement nette. Suivant la température à laquelle on s'arrête, on obtient successivement : 1° un sulfate double

$$2SO^4Cu, SO^4(AzH^4)^2 ;$$

2° du sulfate SO^4Cu ; 3° du sulfate basique $2CuO, SO^3$; enfin 4° de l'oxyde cuivrique [1].

» On fait fondre au bain de sable un mélange de 1 partie de $SO^4Cu, 5H^2O$ et 3 parties de $SO^4(AzH^4)^2$. Il se dégage d'abord de l'ammoniaque et de l'eau, puis des anhydrides sulfuriques et sulfureux. On maintient le liquide en ébullition vers 360°-380°, et l'on continue l'évaporation jusqu'à ce que le sel vert qui garnit le fond du creuset soit solidifié. Il est même bon, pour éviter la présence d'un excès de sulfate d'ammoniaque dans le produit à analyser, qu'il se manifeste un commencement de décomposition sur les parois.

» Le corps ainsi obtenu est représenté par la formule

$$2SO^4Cu, SO^4(AzH^4)^2.$$

» Prismes transparents, vert pâle, de 1^{mm} environ de longueur. Leur densité est égale à 2,85. Très solubles dans l'eau, ils se colorent lentement au contact de l'alcool à 90°, sans s'y dissoudre. Exposés à l'air, ils bleuissent rapidement en devenant opaques ; à la température de 20°, ils absorbent

---

(1) Dans certaines circonstances on obtient aussi, même en l'absence des gaz réducteurs, de l'oxyde cuivreux.

dans l'espace de quelques jours 42 pour 100 d'eau (calculé pour $10H^2O$: 39,8; pour $11H^2O$: 43,7). Abandonnés dans le vide sec à la température ordinaire ils paraissent subir un commencement de dissociation; cependant la perte de poids ne dépasse pas $\frac{1}{1000}$ au bout de vingt-quatre heures. Chauffés, les cristaux fondent sur les bords vers 200°; à 350°, ils se décomposent en abandonnant du sulfate de cuivre anhydre.

» Le sulfate SO^4Cu est formé de cristaux prismatiques très nets, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$, plus petits par conséquent que ceux du sulfate double aux dépens duquel ils se sont formés; densité 3,78.

» Poudre grise beaucoup moins hygroscopique que le sel double, mais se transformant néanmoins à la longue au contact de l'air en sulfate à $5H^2O$.

» Chauffé avec précaution au rouge sombre, le sulfate neutre perd de l'anhydride sulfurique et laisse un résidu de sel basique $2CuO, SO^3$ (perte de poids trouvé 24,77, théorie 25,11).

» C'est une poudre jaune brun de la couleur du chlorure cuivrique anhydre; sa densité est égale à 4,21. Elle a conservé l'apparence cristalline du sulfate neutre; les nouveaux cristaux, simples pseudomorphoses des premiers, en diffèrent seulement par leur opacité. Roucher (1) mentionne d'ailleurs ce composé à propos de l'action de la chaleur rouge sur le sulfate de cuivre cristallisé.

» Enfin le sulfate basique, chauffé à son tour au rouge vif, se change en oxyde de cuivre. C'est une poudre cristalline dont la densité est égale à 6,36; elle n'est pas hygrométrique.

» Je ferai connaître prochainement l'action du sulfate d'ammoniaque sur les sels de chrome et d'uranium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse micrographique des alliages*. Note de M. **Georges Guillemin**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les belles recherches que MM. Osmond et Werth (2) ont entreprises pour déterminer la structure de l'acier fondu m'ont amené à soumettre aux mêmes investigations les alliages industriels des métaux autres que le fer.

---

(1) *Journal de la Pharmacie*, 3e série, t. XXXVII, p. 241.
(2) *Comptes rendus*, t. C, p. 450; 1885.

» Si l'on attaque une surface polie d'un de ces alliages, soit par l'acide azotique dilué et froid, soit par l'acide sulfurique aux $\frac{1}{10}$ sous l'influence d'un courant électrique faible (2 volts et $\frac{1}{10}$ d'ampère), et qu'on examine au microscope cette surface ainsi dérochée, on obtient des images qui varient suivant la nature de l'alliage, mais qui sont toujours invariablement les mêmes pour un alliage déterminé. Ces images sont ensuite fixées par la Photographie. Elles se composent de sillons de forme plus ou moins tourmentée, séparés par des parties saillantes que l'acide a épargnées.

» A n'en pas douter, au moment de la solidification, le métal éprouve une liquation et se sépare en plusieurs alliages simples, de composition définie, qui sont inégalement attaquables par l'acide. D'ailleurs ces phénomènes de liquation ont déjà été signalés et étudiés par M. Riche, en 1873 ([1]).

» L'examen micrographique des surfaces dérochées permet de classer immédiatement les alliages usuels en un petit nombre de catégories.

» Ainsi, pour les bronzes et les laitons, on distingue : les bronzes à base d'étain; les bronzes phosphoreux; les laitons contenant moins de 37 pour 100 de zinc; le métal de Müntz et les alliages analogues contenant plus de 37 pour 100 de zinc; le bronze d'aluminium; les laitons d'aluminium; le métal Delta; le bronze Roma, etc.

» Dans les alliages blancs, à base d'étain, d'antimoine et de cuivre, appelés *antifriction,* on reconnaît facilement la présence du plomb, et l'on peut même, avec un peu d'habitude, en déterminer, à peu de chose près, la proportion.

» En examinant les lingots de cuivre rouge provenant d'une même fusion de minerai, mais de coulées différentes, on reconnaît ceux dont l'affinage est parfait; on peut aussi classer les autres suivant le degré plus ou moins avancé d'affinage qu'ils ont subi.

» On sait que les qualités mécaniques des laitons et des bronzes sont profondément modifiées par l'addition de faibles quantités d'aluminium ou de phosphore. L'examen micrographique des surfaces dérochées permet de reconnaître, à coup sûr, la présence de ces deux corps simples.

» Ainsi, les sillons affectent constamment la forme de veines de marbre ou de conglomérats, lorsque le laiton contient de l'aluminium, même en proportion tellement minime, que sa présence serait difficilement décelée par les procédés de la Chimie analytique.

» Il en est de même du phosphore qui produit, dans les bronzes d'é-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXX; 1873.

tain, une image absolument caractéristique rappelant une feuille de fougère. Cette image s'observe plus nettement à la périphérie qu'au centre des pièces coulées. Effectivement la solidification commence par la périphérie, et la zone centrale, restée plus longtemps liquide, lui sert de masselotte. Depuis les recherches de M. Riche sur les alliages ([1]), on sait que la composition du noyau central est absolument différente de celle des autres parties d'une pièce coulée.

» Il convient aussi de signaler que la présence, dans un bronze d'étain, d'une notable proportion de zinc (4 pour 100 et au-dessus) paraît masquer la réaction micrographique du phosphore.

» Enfin, pour un alliage déterminé, les microgrammes indiquent encore les circonstances qui ont accompagné la coulée, ainsi que la nature du travail mécanique auquel l'alliage a été soumis. L'image indique si le bronze a été coulé trop chaud ou trop froid, s'il a été estampé, s'il a été laminé, etc. Dans ce dernier cas, on reconnaît nettement dans quel sens le laminage a été effectué.

» En résumé, l'analyse micrographique permet de déterminer rapidement et sommairement la nature d'un bronze ou d'un alliage industriel, par la simple inspection d'une surface polie et dérochée, et de reconnaître si cet alliage a été simplement moulé, ou bien s'il a été seulement estampé, laminé ou étiré.

» Je continue mes recherches, et je me propose d'étudier si cette méthode peut s'appliquer utilement aux alliages monétaires et aux métaux précieux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'homopyrocatéchine et sur deux dérivés nitrés de l'homopyrocatéchine* ([2]). Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'homopyrocatéchine a été obtenue en traitant le créosol par l'acide iodhydrique; j'ai modifié de la façon suivante le procédé d'extraction de l'homopyrocatéchine.

» Le produit de la réaction du gaz iodhydrique sur le créosol chauffé à 180° est sou-

---

([1]) *Loc. cit.*

([2]) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

mis à la distillation fractionnée : au-dessous de 230°, il passe du créosol non attaqué qui sera traité de nouveau par l'acide iodhydrique; la portion qui passe de 230° à 265° contient l'homopyrocatéchine; le résidu de la distillation est formé de matières résineuses. La portion 230°-265° est traitée plusieurs fois par de l'eau bouillante; la liqueur aqueuse est filtrée après refroidissement et évaporée au bain-marie.

» Il reste un liquide sirupeux, brun foncé, qui, placé dans le vide sur l'acide sulfurique, se modifie au bout d'un temps assez long. Pour purifier l'homopyrocatéchine, le liquide sirupeux est soumis à la distillation fractionnée sous pression réduite. A la pression de 19^{cc} de mercure, la plus grande partie passe de 210° à 215° sous forme d'un liquide incolore, visqueux et qui se solidifie en une masse blanche, surtout si l'on amorce avec des cristaux obtenus précédemment. Cette masse cristallisée est de l'homopyrocatéchine qui n'est pas complètement pure; elle renferme une petite quantité de pyrocatéchine; son point de fusion est de 49°-50° [1].

» Avec l'homopyrocatéchine ainsi obtenue, j'ai préparé deux dérivés mononitrés.

» 1° Je fais dissoudre 11^{gr} d'homopyrocatéchine dans 500^{cc} d'éther, et j'ajoute peu à peu 4^{cc} d'acide nitrique fumant; au bout de vingt-quatre heures, le mélange est agité avec une petite quantité d'eau; la couche éthérée est recueillie et distillée; au résidu de la distillation, j'ajoute de l'eau et je distille; l'eau passe colorée en jaune et entraîne des gouttelettes huileuses; le liquide distillé est chauffé, pour mettre en solution le dérivé nitré; celui-ci cristallise par refroidissement.

» Ce corps se présente sous forme de lames jaunes d'or; il est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, l'alcool, l'éther; il fond à 79°-80° et commence à se décomposer vers 180°; les alcalis le colorent en rouge foncé.

» Les analyses ont donné la formule $C^7H^7AzO^4$. C'est donc un dérivé mononitré de l'homopyrocatéchine.

» 2° Je fais dissoudre 5^{gr} d'homopyrocatéchine dans 150^{cc} d'eau, j'ajoute à la solution $18^{gr},50$ de nitrite de soude, et peu à peu de l'acide chlorhydrique étendu, jusqu'à ce qu'il y ait un vif dégagement de vapeurs nitreuses; le mélange, de couleur rouge foncé, est agité avec deux fois son volume d'éther; l'éther est recueilli et distillé : il reste une masse cristalline brune qui est desséchée sur l'acide sulfurique; le résidu est traité par la benzine bouillante; il se dépose, par le refroidissement de la dissolution benzénique, des croûtes cristallines encore fortement colorées. Après une seconde cristallisation dans le benzène bouillant, ces cristaux sont purifiés par une série de cristallisations dans l'eau alcoolisée.

---

[1] MM. Béhal et Desvignes ont obtenu récemment l'homopyrocatéchine cristallisée et pure et ont décrit ses propriétés (voir *Comptes rendus*, p. 1542; 1892).

» Ce corps se présente sous forme de petites aiguilles jaunes de soufre; il est peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau chaude, l'alcool, l'éther, le benzène; son point de fusion est 180° environ : il subit à cette température un commencement de décomposition.

» Les analyses ont donné la formule $C^7H^7AzO^4$. C'est donc un second dérivé mononitré de l'homopyrocatéchine, isomère du précédent.

» Ce corps donne, avec un excès d'alcali, une belle coloration pourpre; il y a formation de combinaisons à excès de base qui n'ont pu être obtenues cristallisées. Si, à une solution chaude de ce dérivé nitré, on ajoute peu à peu de la potasse ou de l'ammoniaque, jusqu'à ce que le liquide commence à donner la coloration pourpre indiquant la présence d'un excès d'alcali, on obtient, par le refroidissement, de belles aiguilles jaune orange; ces combinaisons sont des sels alcalins, monobasiques, qu'il est facile de purifier par des cristallisations dans l'eau.

» Le sel de potasse a été analysé : il a pour formule $C^7H^6KAzO^4 + H^2O$.

» Je me propose de continuer l'étude de ces divers composés et d'autres dérivés de l'homopyrocatéchine. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle classe de combinaisons, les métaux nitrés, et sur les propriétés du peroxyde d'azote.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« I. Les propriétés oxydantes du peroxyde d'azote (acide hypoazotique) sont plus actives que celles de l'oxyde azotique, précédemment étudiées (¹), et les produits qu'il donne sont généralement dans un état d'oxydation plus avancée.

» Oxydes inférieurs. — L'oxyde *manganeux* MnO s'oxyde vers 350° dans le peroxyde d'azote, en donnant du sesquioxyde (manganèse pour 100, trouvé 69,6; calculé 69,1).

» Le *sesquioxyde de titane* s'oxyde vers 300° comme dans l'air ou l'oxyde azotique, en donnant de l'acide titanique blanc TiO^2.

» Le *bioxyde de tungstène* brun TuO^2 réagit avec incandescence au-dessous de 300°; le produit est semblable à celui que donne l'air, de l'acide tungstique jaune TuO^3, mêlé d'un peu d'oxyde bleu.

» Le *sesquioxyde de vanadium* Va^2O^3 noir, est oxydé de 300° à 400° et se transforme totalement en acide vanadique Va^2O^5 jaune brun.

(¹) Voir nos Communications du 13 et du 20 juin, t. CXIV, p. 1429 et 1476.

» L'*oxyde cuivreux* rouge Cu^2O, qui n'était pas altéré par l'oxyde azotique, est transformé à 300° par le peroxyde d'azote en oxyde noir CuO.

» MÉTAUX. — La limaille d'*aluminium* n'est pas oxydée d'une manière appréciable même à 500°. La limaille de *magnésium* ne réagit qu'au rouge sombre, où elle fournit une combustion vive très énergique.

» Le *zinc* s'oxyde assez régulièrement vers 300°.

» Le *plomb* s'oxyde lentement dès 200°, et fournit un produit blanc constitué par un nitrate basique ([1]).

» Les métaux obtenus en réduisant les oxydes par l'hydrogène offrent un intérêt tout spécial. Le *nickel* réduit réagit à 250° avec incandescence, en donnant du protoxyde, qui est seulement grisâtre.

» Le *fer* réduit s'oxyde avec incandescence vers 350°, et fournit du peroxyde Fe^2O^3.

» Le *cobalt* réduit brûle vivement à la température ordinaire dans le peroxyde d'azote, et forme ainsi l'oxyde noir Co^4O^5 (cobalt pour 100, trouvé 74,9; calculé 74,7).

» Le *cuivre* réduit se transforme, à 250°, en oxyde noir CuO; mais, à froid, il réagit sur le peroxyde d'azote, en donnant un composé spécial dont nous allons parler avec détails ([2]).

» II. MÉTAUX NITRÉS. — Le peroxyde d'azote pur et sec peut se fixer à froid sur certains métaux, en donnant lieu à des composés spéciaux, que nous nous proposons d'appeler *métaux nitrés*.

» Le *cuivre réduit* absorbe à froid les vapeurs de peroxyde d'azote : il y a un dégagement de chaleur sensible au toucher. Quand ce dégagement n'a plus lieu, il reste une matière marron, dont la composition est représentée très exactement par la formule Cu^2AzO^2.

	Calculé.	Trouvé.			
Cuivre	73,4	73,0	»	»	»
AzO^2	26,6	»	26,8	26,5	26,4

([1]) La litharge, qui à froid est sans action sur le peroxyde d'azote, l'absorbe à partir de 250°, en donnant du nitrate plombique. A ce sujet, une inexactitude s'est glissée dans notre Communication du 20 juin, t. CXIV, p. 1478 : l'action de l'oxyde azotique sur l'oxyde puce de plomb à 315° fournit, non de la litharge pure, mais de la litharge retenant une certaine dose d'acide nitrique; la composition est voisine de $4PbO, Az^2O^5$.

([2]) On croyait que le cuivre n'avait aucune action sur le peroxyde d'azote, au-dessous du rouge. C'est que les expériences avaient été faites seulement avec du cuivre en lames.

» L'augmentation de poids du cuivre pendant la fixation fournit une méthode directe d'analyse, qui a été contrôlée par l'analyse ultérieure du produit.

» La matière réagit violemment sur l'eau, en dégageant de l'oxyde azotique entièrement absorbable par le sulfate ferreux, et donnant une liqueur verte qui contient de l'azotate de cuivre, mêlé d'un peu d'azotite. Il reste un résidu formé de cuivre à peu près pur. La dose de cuivre dissous varie, selon la durée de la réaction, de 11,1 à 13,4 pour 100 (1).

» Chauffée dans l'azote pur et sec, la matière dégage en abondance du peroxyde d'azote, et il reste du cuivre, mêlé d'une certaine dose d'oxyde : le tiers de l'oxygène se trouve ainsi retenu (calculé pour 100, 6,16 ; trouvé, 6,29 et 6,07).

» Si l'on chauffe en tube fermé, la même réaction a lieu, et l'on peut liquéfier le peroxyde d'azote dans une partie refroidie : la réabsorption a lieu de nouveau *en partie* par le métal non oxydé.

» La préparation du cuivre nitré exige que le peroxyde d'azote soit débarrassé des traces d'acide azotique qu'il peut contenir et qui provient, en particulier, de l'action énergique exercée sur les caoutchoucs de jonction. Cet acide azotique agit sur la combinaison, qu'il détruit peu à peu avec effervescence en donnant du nitrate vert. On arrive à l'éliminer complètement en disposant, en avant des nacelles, dans le tube même de réaction, une colonne de litharge suivie d'une colonne d'anhydride phosphorique. La litharge absorbe l'acide azotique, et l'anhydride phosphorique arrête l'eau qui peut être fournie par la réaction de la litharge.

» Le *cobalt réduit*, comme on l'a vu plus haut, brûle à froid dans la vapeur de peroxyde d'azote. On évite cette inflammation en diluant convenablement les vapeurs de peroxyde dans un courant d'azote pur et sec. On observe alors une réaction absolument semblable à celle que donne le cuivre : on constate un dégagement de chaleur, qui dure tant que la fixation a lieu (2). Quand il a cessé, le *cobalt nitré* reste sous forme d'une matière noire qui correspond exactement à la formule Co^2AzO^2.

	Calculé.	Trouvé.
Cobalt pour 100	71,9	71,6

(1) C'est environ le $\frac{1}{6}$ du cuivre total.

(2) C'est indispensable d'opérer la réduction par l'hydrogène dans le tube même où doit avoir lieu la nitration, afin d'empêcher l'oxydation même très légère du métal réduit. D'ailleurs le cobalt réduit à basse température réagit beaucoup plus vite que celui préparé au rouge.

» L'action sur l'eau est extrêmement vive, mais donne moins de gaz que celle du cuivre nitré : on obtient une dissolution rose de nitrate de cobalt, contenant très peu de nitrite. Il y a, en même temps, précipitation d'une certaine quantité de nitrite basique vert bleuâtre insoluble, qui se trouve mélangé à du cobalt métallique.

» Le cobalt nitré, légèrement chauffé dans un courant d'azote, dégage d'abord un peu de vapeurs nitreuses, puis, presque aussitôt, déflagre avec un éclat extraordinaire, en donnant un résidu constitué par du cobalt métallique particulièrement oxydé. Si on le mélange à une matière combustible, on obtient une déflagration explosive.

» Nous poursuivons l'étude chimique de ces composés, en même temps que la préparation de nouveaux métaux nitrés. »

CHIMIE. — *La chaleur spécifique des atomes et leur constitution mécanique.* Note de M. G. **Hinrichs**.

« Dans ma Note précédente, j'ai démontré qu'il y a, entre le radical simple (élément chimique) et le radical complexe, un contraste mécanique qui se manifeste dans les propriétés de leurs composés binaires. Ce contraste mécanique nous oblige à renoncer à l'idée assez commune de considérer les éléments comme étant des radicaux non encore décomposés.

» La démonstration donnée de ce principe est nouvelle, mais le principe fondamental a été posé devant l'Académie même, dans la discussion mémorable sur la nature des éléments de la Chimie, dans la séance du 8 décembre 1873, par M. Berthelot, qui a dit (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1352; 1873) :

» En effet, les corps simples, tels que nous les connaissons, possèdent certains caractères positifs qui n'appartiennent pas aux corps composés : telles sont les relations qui existent entre la chaleur spécifique d'un corps, sa densité gazeuse et son poids atomique, relations indépendantes de la température.

» Cette déclaration de fait, touchant les bases rationnelles de toute étude scientifique de l'unité de la matière, est précisée de la manière suivante (*loc. cit.*, p. 1356) :

» Entre les corps composés que nous connaissons et leurs polymères, il existe donc cette relation générale, que la chaleur spécifique atomique d'un polymère est à peu près un multiple de celle du corps non condensé.

» Au contraire, la chaleur spécifique atomique demeure constante pour les divers éléments dont les poids atomiques sont multiples les uns des autres. Les mêmes difficultés existent pour l'hypothèse d'un corps simple dont le poids atomique serait la somme des poids atomiques de deux autres.

» M. Berthelot revient sur ce principe général de Thermochimie dans la séance suivante, en ces termes (*loc. cit.*, p. 1401) :

» En résumé, l'étude des chaleurs spécifiques, telles que les travaux les plus récents l'ont mise en lumière, conduit à établir un caractère positif qui distingue, ce me semble, les corps simples que la Chimie présente de ses corps composés; elle montre qu'*aucun corps composé connu ne doit être réputé du même ordre qu'un corps simple actuel.* L'importance d'un semblable caractère ne peut être révoquée en doute; elle s'accroît en raison de la *signification mécanique* que les théories d'aujourd'hui attribuent à la notion des chaleurs spécifiques : c'est là ce que je me suis efforcé de mettre en évidence.

» Les faits constatés sont hors de toute controverse; le principe général énoncé par M. Berthelot constitue donc nécessairement une des bases du grand problème de la constitution de la matière. Toute recherche sur la constitution mécanique des éléments chimiques doit prendre en considération ce principe et en donner la *signification mécanique;* faire abstraction de ce principe fondamental serait avouer ne pas comprendre le problème, et vouloir traiter d'Astronomie en ignorant le mouvement de la Terre. C'est ce qu'ont fait récemment quelques chimistes distingués.

» Reste la question de la signification mécanique de ce principe thermochimique de M. Berthelot. Donnons-en la démonstration élémentaire, qui découle de mes formules publiées en 1872 [1] et 1873 [2], et qui s'accorde avec la constitution générale des atomes des éléments de mon *Programme de la Mécanique des atomes* de 1867.

» Soient m la masse d'un atome élémentaire (radical simple) et v sa vitesse de vibration maximum. De même, pour l'atome composé de n atomes m, soient M la masse totale et V la vitesse du centre de gravité. Nous aurons

$$M = \Sigma m, \tag{117}$$

$$2E' = \Sigma m v^2 + MV^2. \tag{118}$$

---

[1] *Beiträge zur Dynamik des chemischen Moleküls* (*Deutsch. chem. Ges.*, 11 mai 1872).

[2] *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1358.

en désignant par E′ l'énergie totale des vibrations. Pour les formules plus complètes, je dois renvoyer aux *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1358 (1873) et à l'édition récente de mes *Beiträge* de 1872, chez G. Fock; Leipzig, p. 3 à 6; 1892.

» Mais on a, d'après la Thermodynamique,

$$MV^2 = 2kT, \tag{119}$$

T étant la température absolue et k une constante. De même, on a

$$mv^2 = 2\rho kT, \tag{120}$$

où ρ est une autre constante. Donc on a l'expression de toute l'énergie actuelle, excepté celle de rotation,

$$E' = k(1 + \rho n)T. \tag{121}$$

» La chaleur spécifique atomique représentant les vibrations seules sera donc

$$s' = \frac{dE'}{dT} = k(1 + \rho n). \tag{122}$$

» Cette formule montre que la chaleur spécifique des atomes s'accroît presque proportionnellement au nombre n d'atomes contenus dans le composé ou radical complexe.

» Pour les éléments chimiques, cette chaleur atomique est constante et indépendante de n, d'après les expériences; donc ρ doit être nul, c'est-à-dire que *la vitesse de vibration des atomes m constituants doit être nulle* [voir (120)].

» La signification mécanique du principe thermochimique de M. Berthelot peut donc être formulée de la manière suivante :

» Dans les composés chimiques, les atomes des éléments entrent en individualités intégrantes, retenant un mouvement propre de vibration; mais les atomes des éléments chimiques vrais sont des corps solides ou liquides, dont les atomes constituants n'ont pas de mouvements individuels.

» En présence de ce résultat général, il n'est plus étonnant que les éléments chimiques aient résisté à tous les efforts faits jusqu'ici pour les décomposer. L'établissement de la constitution mécanique des éléments a été le but suprême de mes études depuis trente-huit années. J'espère pou-

voir publier mes résultats finals avant une année d'ici; mais, pour réussir, il sera nécessaire d'établir plusieurs autres lois de la Mécanique des atomes. Je dois donc reprendre l'étude des points d'ébullition en fonction de la forme des atomes de composition connue. Ayant considéré les substitutions terminales, il me faudra étudier les substitutions centrales dans une Note prochaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la monopropylurée et la dipropylurée dissymétrique.* Note de M. F. **Chancel**, présentée par M. Friedel.

« *Monopropylurée* $CO\langle{}^{AzH(C^3H^7)}_{AzH^2}$. — J'ai préparé ce corps par deux procédés différents : 1° par l'isocyanate de propyle et l'ammoniaque; 2° par l'isocyanate de potasse et le sulfate de monopropylamine.

» Pour avoir de l'isocyanate de propyle, j'ai d'abord essayé de faire agir l'isocyanate de potasse sur le propylsulfate de potasse; la réaction ne commence qu'à 240° et les rendements sont très mauvais, de sorte que je n'ai pu obtenir que quelques centimètres cubes d'un liquide dont les vapeurs sont des plus irritantes pour les poumons et pour les yeux. Je n'ai pu purifier ce corps, mais il m'a paru bouillir à 86°.

» J'ai ensuite employé le procédé de M. Silva [1], qui consiste à faire agir l'isocyanate d'argent sur l'iodure de propyle. La réaction commence en chauffant au bain-marie et devient assez vive pour se continuer d'elle-même. En distillant, on obtient un mélange d'iodure de propyle et d'isocyanate de propyle; c'est sur ce mélange que j'ai fait agir l'ammoniaque aqueuse. La réaction se fait immédiatement et l'iodure de propyle se sépare. On évapore au bain-marie la solution aqueuse de monopropylurée ainsi obtenue pour chasser l'excès d'ammoniaque; on reprend par l'eau et, par évaporation lente sur l'acide sulfurique, on a de longues aiguilles ayant près de 10^{cm} de longueur.

» La préparation de la monopropylurée par le sulfate de monopropylamine et l'isocyanate de potasse est simple; il suffit de mélanger des dissolutions aqueuses de ces deux corps; si les solutions sont assez concentrées, il se précipite du sulfate de potasse. On évapore à sec, on reprend par l'alcool pour séparer le sulfate de potasse, et, après avoir chassé l'alcool, on fait cristalliser dans l'eau.

» Je me suis assuré que, par ces deux procédés, on obtenait bien le même corps; en effet, le point de fusion est le même; de plus, en décomposant par l'acide chlorhydrique en tubes scellés à 160° les deux

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 473.

produits, j'ai obtenu, dans les deux cas, de l'acide carbonique, du chlorhydrate de monopropylamine et du chlorhydrate d'ammoniaque. Cette expérience montre que l'on est bien en présence de la monopropylamine.

» Cette urée est neutre au tournesol, elle fond à 107° quand elle est bien sèche; elle est très soluble dans l'eau et l'alcool.

» L'azotate et l'oxalate sont très solubles dans l'eau et y cristallisent mal; ils sont également très solubles dans l'alcool; par évaporation de ce dissolvant l'azotate donne de fines aiguilles.

» *Dipropylurée dissymétrique* $CO\begin{cases}Az(C^3H^7)^2\\AzH^2\end{cases}$. — J'ai préparé ce corps par l'action du sulfate de dipropylamine sur l'isocyanate de potasse.

» Les deux corps étant dissous dans l'eau, on a un précipité de sulfate de potasse et il surnage un liquide huileux qu'on sépare. On extrait ce qui reste dans les eaux mères en évaporant à sec et reprenant par l'alcool.

» La totalité de l'urée ainsi séparée est dissoute dans l'alcool; par évaporation du dissolvant, on a une masse cristalline blanche formée d'aiguilles enchevêtrées.

» Par l'action de l'acide chlorhydrique en tubes scellés à 160°, cette dipropylurée se décompose en acide carbonique, chlorhydrate d'ammoniaque et chlorhydrate de dipropylamine. Cette décomposition indique que c'est bien la dipropylurée dissymétrique que j'ai obtenue.

» Cette urée est neutre au tournesol, elle fond à 57°, elle est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, peu soluble dans les solutions saturées de sulfate de potasse.

» L'oxalate neutre n'est pas très soluble dans l'eau, il y cristallise très bien en aiguilles, il a une réaction acide au tournesol.

» L'azotate se présente à l'état de sirop incristallisable.

» Je me propose de continuer l'étude des diverses propylurées [1]. »

CHIMIE. — *Sur la composition des ossements fossiles et la variation de leur teneur en fluor dans les différents étages géologiques.* Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré, dans un précédent travail [2], que, d'une façon générale, les os fossiles renferment une proportion de fluor beaucoup plus grande

---

(1) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Marseille, dans le laboratoire de M. Duvillier.

(2) *Comptes rendus*, 23 mai 1892.

que les os modernes. Comme il ne semble pas admissible que les os des anciens vertébrés aient pu contenir jusqu'à 10 ou 20 fois autant de fluor que ceux des animaux modernes, on est conduit à penser que le changement s'est produit depuis qu'ils sont ensevelis dans des dépôts stratifiés. Il doit être attribué aux eaux d'infiltration, qui ont pénétré jusqu'à leur contact et qui ont donné lieu à une fixation de fluorure sur le phosphate de chaux en même temps qu'à d'autres changements dans leur composition.

» Il m'a paru intéressant de chercher si la fixation du fluor s'est faite d'une manière à peu près uniforme dans les différents étages géologiques, ou si l'on peut signaler entre eux des inégalités notables [1].

» J'ai fait, avec la très utile collaboration d'un jeune chimiste, M. Goutal, plus de cinquante analyses d'os fossiles et de vingt analyses d'os modernes, dont je me propose de donner le détail dans un mémoire spécial. Mais je ne puis ici que grouper les résultats de ce long travail.

» J'indiquerai, pour chacun des terrains, dont j'ai pu avoir des ossements en quantité suffisante, la *teneur moyenne* en *acide phosphorique* et en *fluor*, rapportée à 100 parties de cendres; en outre, pour rendre les comparaisons plus faciles, je donnerai le *rapport* calculé de cette proportion de fluor à celle que contiendrait une apatite normale (à 1 équivalent de fluor pour 3 équivalents de phosphore).

» Voici les résultats numériques :

» *Silurien.* — Poissons (Canyon city, montagnes Rocheuses) :

$PhO^5 = 31,01$, $Fl = 2,59$. Rapport au fluor de l'apatite $= 0,94$.

» *Permo-carbonifère.* — 5 échantillons (*Palæoniscus, Pleuracanthus, Haptodus, Actinodon, Archegosaurus*) :

$PhO^5 = 26,74$, $Fl = 2,54$. Rapport $= 1,06$.

» *Triasique.* — 2 échantillons (*Simosaurus,* Reptile) :

$PhO^5 = 14,33$, $Fl = 1,16$. Rapport $= 0,91$.

» *Jurassique.* — 5 échantillons (*Ichthyosaurus, Plesiosaurus* et *Teleosaurus* du lias, *Pholidophorus* de l'oolithe) :

$PhO^5 = 16,63$, $Fl = 1,45$. Rapport $= 1,07$.

---

(1) M. Albert Gaudry a bien voulu faciliter mes recherches; il a mis à ma disposition, avec une extrême obligeance, une nombreuse série d'ossements recueillis dans les divers terrains et jusqu'à des fragments de brèche ossifère appartenant au silurien inférieur, qu'il a rapportés de son récent voyage aux montagnes Rocheuses. Je tiens à lui en exprimer toute ma gratitude.

» *Crétacé.* — 6 échantillons (Reptiles dinosauriens et *Iguanodon* du wealdien, *Mosasaurus* et grande Tortue de la craie) :

$PhO^5 = 34,78$, $Fl = 2,87$. Rapport $= 0,90$.

» *Éocène.* — 5 échantillons (*Paloplotherium*, Crocodile, *Palæotherium*, Tortue, *Anoplotherium*) :

$PhO^5 = 30,24$, $Fl = 1,90$. Rapport $= 0,70$.

» *Oligocène.* — 4 échantillons (*Halitherium*, Rhinocéros, Ruminant) :

$PhO^5 = 36,81$, $Fl = 2,05$. Rapport $= 0,63$.

» *Miocène.* — 7 échantillons (*Dinotherium, Mastodon, Rhinoceros brachypus, Hipparion,* Gazelle, Poisson) :

$PhO^5 = 33,34$, $Fl = 1,95$. Rapport $= 0,65$.

» *Pliocène.* — 3 échantillons (*Elephas meridionalis* de Durfort et de Saint-Prest, *Halitherium* du cailloutis de Gourbesville) :

$PhO^5 = 35,21$, $Fl = 1,83$. Rapport $= 0,58$.

» *Quaternaire.* — 9 échantillons (*Glyptodon* et *Mylodon* de Buenos-Ayres, Bœuf de Cindré, Renne de Montreuil, *Elephas primigenius* de Grenelle, Lamantin des tourbières de Scanie, ossements humains de l'abri sous roche de Cro-Magnon) :

$PhO^5 = 33,83$, $Fl = 1,06$. Rapport $= 0,35$.

» *Moderne.* — Ossements humains, Bœuf, Éléphant, Lamantin, Trionyx, Tortue, Crocodile, Serpent, Morue, Turbot, Brochet :

$PhO^5 = 40,28$, $Fl = 0,205$. Rapport $= 0,057$.

» On voit, en premier lieu, que la proportion de fluor est, dans beaucoup d'ossements fossiles, 10 ou 15 fois aussi grande que dans les os modernes, si on la rapporte à un même poids de cendres, et jusqu'à 20 fois aussi grande, si on la compare à une même quantité de phosphate.

» En second lieu, on peut remarquer que, dans les différents terrains primaires et secondaires, les proportions relatives de fluor et d'acide phosphorique sont, en moyenne, presque les mêmes que dans l'apatite cristallisée.

» Dans les terrains tertiaires et quaternaires, il y a décroissance progressive et très marquée de la proportion de fluor.

» Celle-ci reste néanmoins encore beaucoup plus élevée dans les ossements quaternaires que dans ceux de l'ère moderne.

» Peut-être sera-t-il possible de mettre à profit cette dernière observa-

tion, pour aider à fixer l'âge véritable de certains ossements humains, que l'on trouve au voisinage d'ossements d'animaux quaternaires, mais dans des dépôts qui peuvent avoir été remaniés.

» On ne serait d'ailleurs pas fondé à généraliser cette méthode pour la détermination du degré d'ancienneté des ossements humains dans tous les gîtes; car j'ai maintes fois observé que la différence des gisements peut entraîner des écarts très notables dans le degré de fluoration des os d'un même âge. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Distribution et état du fer dans l'orge.* Note de M. **P. Petit**.

« Les végétaux renferment de très petites proportions de fer, environ $\frac{1}{5000}$ de la matière sèche ; pour l'orge, le dosage de quantités aussi faibles présente des difficultés spéciales. J'ai employé la méthode de titrage au permanganate de potasse, après réduction des composés ferriques à l'état de sels ferreux par le zinc pur.

» Les cendres, reprises par l'acide chlorhydrique dilué et bouillant, étaient traitées par le zinc, avec les précautions ordinaires, et l'on ajoutait au petit volume de liquide, 20^{cc} au plus, 150^{cc} d'eau fortement acidulée par l'acide sulfurique et purgée d'air. On faisait une expérience comparative avec un égal volume d'eau acidulée, additionnée d'une goutte de caméléon, et l'on versait le permanganate dans la liqueur ferreuse, jusqu'à égalité de teinte. Il suffisait de déduire le demi-dixième de centimètre cube employé à la coloration.

» J'ai vérifié l'exactitude de ce procédé, avec une solution de perchlorure de fer, préalablement titrée par pesée, et employant chaque fois 1^{cc} de cette liqueur équivalent à $9^{mg},65$ de fer. Les volumes de caméléon nécessaires ont été, dans trois essais consécutifs, $1^{cc},7$, $1^{cc},75$, $1^{cc},8$, correction faite. Cela montre que l'on peut compter sur une approximation de $0^{mgr},5$ de fer au moins.

» Pour déterminer l'état de combinaison du fer dans le grain d'orge, je me suis servi d'une remarque de M. Bunge, que toutes les combinaisons du fer, organiques ou non, et même avec les albuminoïdes, cèdent leur fer à l'alcool chlorhydrique, tandis que les nucléines restent inaltérées.

» 100^{gr} d'orge séchée à l'étuve à 105° et finement moulue ont été traités par l'alcool absolu bouillant contenant 1 pour 100 HCl, pendant six heures, dans un appareil à épuisement de Sonhlet. L'épuisement a été renouvelé encore pendant le même temps avec du nouvel alcool chlorhydrique, mais le second liquide ne contenait plus de fer.

On a obtenu pour 100gr d'orge sèche.

Fer extrait par l'alcool chlorhydrique.............	1mgr, 1
Fer dans le résidu	19mgr, 28

» Le résultat a été le même avec de l'alcool contenant 2,5 pour 100 HCl. D'autre part, comme contrôle, le dosage direct du fer dans 100cc de la même orge séchée à 105° donne 20mgr, 3 de fer, la somme des deux nombres précédents étant 20mgr, 38.

» Cette expérience montre que la presque totalité du fer se trouve dans l'orge à l'état de nucléine.

» J'ai cherché ensuite si ce fer se trouvait localisé dans certaines parties du grain, ou également réparti dans celui-ci.

» Pour cela, on a traité de l'orge par une solution de soude à $\frac{1}{20}$, bouillante, endant deux à trois minutes. Après cette opération, les enveloppes du grain se détachent facilement; d'autre part, avec un fin scalpel, on peut enlever les embryons. On divise donc ainsi l'orge en trois lots : 1° embryons, 2° téguments, 3° albumens. Chacun des lots a été séché à 105°. On a aussi évaporé la solution de soude, incinéré le résidu et dosé le fer. On a trouvé :

	Poids.	Fer.
	gr	mg
Embryons séchés..........	4,250	4,96 = 0,11 o/o
Téguments................	8,471	8,26 = 0,097 o/o
Albumens.................	65,127	1,66 = 0,002 o/o
Soude....................	»	1, 1

» La quantité de fer trouvée dans la soude est très faible et peut s'expliquer par une légère attaque des téguments, un dosage préalable ayant montré que la soude chimiquement pure employée ne contenait pas de traces dosables de fer. Comme contrôle, en rapportant les poids trouvés à 100gr d'orge, on trouve 20mg, 5 de fer, au lieu de 20mg, 3 trouvés directement. Cela montre que le fer est contenu exclusivement dans les téguments et dans l'embryon; ce dernier renferme dix fois plus de fer que l'orge prise en bloc.

» J'ai enfin cherché si, pendant la germination, il se produisait un changement dans l'état et la répartition du fer.

» L'orge a été placée dans un germoir de Nobbe; quand la plumule a commencé à percer, on a enlevé au scalpel les embryons et les racines adhérentes. Le tout a été séché, épuisé par l'alcool chlorhydrique. On a trouvé :

Poids des embryons avec racines..........	4gr, 97
Fer dans l'extrait alcoolique acide........	0mg, 2
Fer dans le résidu.......................	2mg, 2 = 0,057 o/o

» La quantité de fer non nucléique a peu varié, mais la proportion de

fer a diminué; cela confirme que l'embryon possède en lui-même toute la réserve de fer, et qu'il n'en emprunte pas à l'albumen ni aux téguments, au moins au début.

» Je me propose de continuer cette étude, d'examiner la répartition du fer dans les diverses parties de l'orge, pendant sa végétation, et l'influence des divers composés de fer sur l'assimilation de cet élément [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du nombre comparatif, pour les membres supérieurs et inférieurs de l'homme, des fibres nerveuses d'origine cérébrale destinées aux mouvements.* Note de MM. **Paul Blocq** et **J. Onanoff**, présentée par M. Charcot.

« Nous nous sommes proposé de rechercher si, à la différence qui existe chez l'homme entre les mouvements des membres thoraciques et abdominaux, à l'état normal, quant à leur nature (les uns sont plus souvent automatiques, les autres plus souvent conscients), à l'état pathologique, quant aux réactions symptomatiques qu'ils présentent parfois, ne correspondrait pas une inégalité dans le nombre des fibres nerveuses d'origine cérébrale, qui leur sont dévolues.

» Nos études, entreprises au laboratoire de M. le Professeur Charcot, ont donc eu pour but d'établir les rapports numériques qui existent, à cet égard, entre les fibres nerveuses d'origine cérébrale destinées au mouvement des membres.

» Celles-ci sont représentées dans la moelle épinière par les faisceaux pyramidaux, directs et croisés. Or, il n'est pas possible, à l'état normal, de distinguer morphologiquement ces faisceaux des autres cordons blancs de l'axe spinal. Aussi, pour leur numération, avons-nous eu recours aux données fournies par certains cas pathologiques, dans lesquels ces faisceaux sont différenciés des autres, en ce qu'ils sont atteints d'une façon systématique par une lésion facile à constater. C'est ce qui arrive notamment, comme on sait, dans les cas d'hémorragies cérébrales suivies de dégénération secondaire. Nous avons pratiqué nos numérations sur des pièces provenant de sujets de cette catégorie, pièces que l'on a fréquemment l'occasion de recueillir à la Salpêtrière, et nous avons eu soin de ne les prélever que dans le cas où l'hémiplégie avec contracture avait été complète et remontait à une époque éloignée.

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie agricole de la Faculté des Sciences de Nancy.

» Nous avons procédé de la manière suivante pour évaluer, sur des coupes de la moelle, le nombre des fibres d'origine cérébrale renfermées dans le champ des faisceaux pyramidaux. Nous déterminons : 1° l'étendue du champ de dégénération des faisceaux pyramidal direct et pyramidal croisé; 2° le nombre des fibres contenues, du côté sain, dans une aire égale à celle du champ de dégénération; 3° le nombre des fibres demeurées saines dans l'étendue du champ de dégénération. En retranchant ces derniers chiffres des précédents, on obtient comme résultat le nombre correspondant aux fibres nerveuses d'origine cérébrale du faisceau pyramidal direct et du faisceau croisé.

» 4° Il suffit alors d'évaluer par la même méthode : (A), le nombre de fibres du faisceau pyramidal, *au-dessus du renflement cervical;* (B), le nombre de fibres du faisceau pyramidal, *au-dessous du même renflement*, et d'en faire la différence pour connaître (C), le nombre de ces fibres destinées, d'une part, au *membre supérieur*, d'autre part, à *la moitié du tronc* et *au membre inférieur*.

» Nous avons poursuivi ces numérations dans trois cas seulement, car elles ont donné des résultats si concordants et surtout si significatifs, qu'il eût été superflu, du moins pour la démonstration, de les répéter sur un grand nombre de sujets.

» On en jugera par l'exposé que nous ferons, à titre d'exemple, autant qu'en raison de l'intérêt des chiffres eux-mêmes, des nombres que nous avons obtenus dans l'un de ces cas.

A. *Nombre des fibres d'origine cérébrale du faisceau pyramidal, dans la région cervicale de la moelle, immédiatement au-dessus du renflement.*

		mq
1° Étendue du champ de dégénération.	*f. direct*	2,0160
	f. croisé	3,3280
	Total	5,3440
2° Nombre des fibres du côté sain dans une aire égale à celle du champ de dégénération.	*f. direct*, 1730 fibres pour $\frac{1}{10}$ de mètre cube.	
	Soit 1730 × 20,16	34876
	f. croisé.	
	Soit 1730 × 33,28	57573
	Total	92449
3° Nombre des fibres demeurées saines dans l'aire du champ de dégénération.	*f. direct*, 200 fibres pour $\frac{1}{10}$ de mètre cube.	
	Soit 200 × 20	4000
	f. croisé, 280 fibres pour $\frac{1}{10}$ de mètre cube.	
	Soit 280 × 33,28	9318
	Total	13318

4° La différence (92449 — 13318) est de : 79131 *fibres d'origine centrale destinées au mouvement du membre supérieur de la moitié du tronc et du membre inférieur.*

B. *Nombre des fibres d'origine cérébrale du faisceau pyramidal dans la région dorsale supérieure de la moelle.*

1° Étendue du champ de dégénération.	*f. direct*	mc 0,6254
	f. croisé	1,7430
	Total	2,3684
2° Nombre des fibres du côté sain dans une aire égale à celle du champ de dégénération.	*f. direct,* 1600 fibres pour $\frac{1}{10}$ de mètre cube. Soit 1600 × 6,254	10000
	f. croisé. Soit 1600 × 17,43	27880
	Total	37880
3° Nombre des fibres demeurées saines dans l'aire du champ de dégénération.	*f. direct,* 225 fibres pour $\frac{1}{10}$ de mètre cube. Soit 225 × 6,254	1408
	f. croisé, 340 fibres pour $\frac{1}{10}$ de mètre cube. Soit 340 × 17,43	5926
	Total	7344

» 4. La différence (37888 — 7334) est de : 30554 *fibres d'origine cérébrale destinées au mouvement de la moitié inférieure du tronc et du membre inférieur.*

» C. Pour obtenir le nombre correspondant aux fibres du *seul membre supérieur,* il suffit de retrancher 30554 de 79131. On trouve alors que ce nombre égale 48577, alors que pour le *membre inférieur* et la moitié du tronc on n'a que 30554, ce qui, en négligeant même de déduire le nombre des fibres destinées à cette partie du tronc, donne une différence de 18023 fibres, en faveur du membre supérieur, différence véritablement considérable, eu égard au rapport du volume inverse de l'un et l'autre membre.

» Il résulte donc de nos numérations : que *les fibres nerveuses d'origine cérébrale destinées au mouvement sont plus nombreuses pour les membres supérieurs, que pour les membres inférieurs, dans la proportion de 5 pour 1 environ.*

» Cette notion nous paraît comporter, entre autres, les déductions suivantes :

» A. *Au point de vue physiologique.* — 1° Les membres thoraciques auxquels sont destinées un plus grand nombre de fibres nerveuses d'origine cérébrale sont, il est à peine besoin de le rappeler, surtout utilisés pour les mouvements intelligents et conscients, qui nécessitent, par suite, une plus grande intervention cérébrale. Cette adaptation fonctionnelle a évidemment entraîné ce développement des voies de communication avec le cerveau. On sait, au contraire, que les membres abdominaux sont, eux principalement, employés pour les actes automatiques et inconscients, qui n'exigent qu'une moindre intervention cérébrale. 2° On s'explique également que les mouvements réflexes, sur lesquels on connaît l'influence modératrice du cerveau, et en particulier les réflexes tendineux sont, à l'état normal, beaucoup moins développés aux membres supérieurs qu'aux membres inférieurs.

» B. *Au point de vue pathologique.* — 1° La même notion nous rend compte de ce fait d'observation clinique, savoir que dans les lésions en foyer du cerveau accompagnées d'hémiplégie, le membre supérieur est, le plus ordinairement, plus fortement atteint que le membre inférieur; que, de plus, lorsque l'amélioration survient, le retour de la mobilité est toujours moins rapide et moins complet dans le membre supérieur. 2° Certaines remarques que nous avons faites sur la pathologie de l'hystérie, trouvent aussi une explication dans le fait d'une plus grande influence du cerveau sur la mobilité du membre supérieur. C'est ainsi que les paralysies psychiques sont plus fréquentes, en général, aux membres supérieurs, et s'y montrent plus tenaces, que lorsqu'elles occupent les membres inférieurs. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la toxicité comparée des métaux alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. **Paul Binet**, présentée par M. Charcot (1).

« Les métaux étudiés dans cette Note sont le lithium, le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium, le strontium, le baryum. Les sels employés ont été les chlorures, comme se prêtant le mieux à des recherches comparatives; mais les résultats ont été confirmés avec d'autres sels.

» C'est à l'injection sous-cutanée qu'il est préférable d'avoir recours. L'injection intra-veineuse est trop dangereuse pour le cœur. L'ingestion stomacale donne des résultats insuffisants, souvent compliqués d'effets purgatifs.

» Les expériences ont été faites sur des animaux à sang chaud (Chat, Lapin, Rat, Cobaye) et sur les Grenouilles verte et rousse. La Grenouille permet une analyse plus complète de l'intoxication, qui, chez les animaux à sang chaud, amène souvent une mort trop rapide par asphyxie.

» Ces recherches nous conduisent aux résultats suivants :

» 1° La propriété la plus générale, exercée sur l'organisme par les sels métalliques, est la perte d'excitabilité du système nerveux central et périphérique, puis l'altération de la contractilité musculaire.

» 2° Ce stade ultime est précédé de troubles de la respiration et du cœur, qui peuvent amener une mort rapide avant tout autre phénomène, surtout chez les animaux à sang chaud. Chez ces derniers, on peut obser-

(1) Expériences faites dans le laboratoire de Pharmacologie expérimentale du professeur J.-L. Prévost, à Genève.

ver, même avec l'injection sous-cutanée, des troubles gastro-intestinaux, vomissements, diarrhée, particulièrement avec le baryum et le lithium.

» 3° A côté de leur action commune générale, les métaux se distinguent entre eux par des caractères particuliers, qui permettent d'établir une relation entre la nature de l'action physiologique exercée par le métal et la place qu'il occupe dans la classification chimique.

» 4° Le groupe naturel lithium, sodium, potassium se caractérise par l'arrêt du cœur en diastole, l'inertie motrice flasque sans contractures; le groupe calcium, strontium, baryum, par l'arrêt du cœur en systole et la tendance aux contractures, qui s'accusent surtout avec le baryum.

» 5° Le calcium se distingue en outre par l'action spéciale qu'il exerce sur le système nerveux central : un état de torpeur avec conservation de l'excitabilité réflexe et de la sensibilité.

» 6° Le magnésium se rapproche du premier groupe par l'arrêt du cœur en diastole; mais il s'écarte des autres métaux par la paralysie précoce du système nerveux périphérique. Il est paralyso-moteur comme le curare; mais il se distingue de ce dernier en ce qu'il respecte plus longtemps la respiration et qu'il finit, à haute dose, par paralyser le cœur et les muscles, comme tous les poisons métalliques.

» 7° D'après l'intensité de leur action toxique, étudiée chez la Grenouille, les métaux alcalins et alcalino-terreux peuvent être classés dans l'ordre décroissant suivant : *lithium*, *potassium* et *baryum*, très toxiques; *calcium* et *magnésium* beaucoup moins toxiques; *strontium* peu toxique; *sodium* d'une toxicité presque nulle.

» Chez les Mammifères, l'ordre est un peu différent, à cause de la prépondérance des troubles cardio-respiratoires. C'est le *baryum* qui, pour eux, est de beaucoup le plus toxique.

» Chez des Grenouilles rousses d'un poids moyen de 30gr, nous avons obtenu les chiffres suivants, comme dose mortelle limite pour les divers chlorures :

Chlorures.		Valeur en métal.		Poids atomique.
LiCl......	0,04	Li.......	0,0066	7
KCl......	0,015 à 0,02	K.......	0,008 à 0,01	39
$BaCl^2$.....	0,02 à 0,025	Ba.......	0,013 à 0,016	137
$CaCl^2$.....	0,07	Ca.......	0,025	40
$MgCl^2$.....	0,11	Mg......	0,028	24
$SrCl^2$......	0,12	Sr.......	0,066	87,5
NaCl toxicité presque nulle				23

(Seulement un peu de faiblesse avec 0,30.)

» Si l'on prend pour unité de toxicité celle du *strontium*, on aurait les valeurs approchées suivantes pour les divers métaux : *sodium* 0, *strontium* 1, *magnésium* $2\frac{1}{2}$, *calcium* 3, *baryum* 5, *potassium* 7, *lithium* 10.

» 8° Il n'y a donc pas de rapport constant, contrairement à la loi posée par Rabuteau, entre la toxicité d'un métal et son poids atomique; cette relation ne peut pas être cherchée non plus dans les éléments d'un même groupe. Ainsi, dans la triade *lithium, sodium, potassium*, c'est l'élément du milieu qui est le moins toxique; de même, dans la triade *calcium, strontium, baryum*. Toutefois on ne saurait en déduire une règle générale, applicable à d'autres triades.

» 9° La toxicité des métaux pourrait être mieux déterminée en tenant compte de la tolérance toute spéciale de l'organisme pour le *sodium*, probablement par le fait d'une adaptation ancienne à un milieu salé, et en appréciant le degré dont les divers métaux s'écartent de ces conditions d'adaptation par l'ensemble de leurs propriétés.

» Nous avons été conduit ainsi à l'énoncé d'une loi dont nous poursuivons actuellement la vérification expérimentale pour toute la série des métaux (¹). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Regénération expérimentale de la propriété sporogène chez le* Bacillus anthracis *qui en a été préalablement destitué par la chaleur.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication (²), j'ai montré que, sous l'influence de la chaleur et dans certaines conditions, on pouvait faire disparaître, d'une manière durable, la propriété sporogène du *Bacillus anthracis*. Depuis, j'ai étudié le mécanisme de cette modification et j'ai reconnu, comme M. Chauveau l'a déjà démontré pour l'atténuation, que c'est à l'action combinée de la chaleur et de l'air et à l'oxydation lente du protoplasma qu'il faut attribuer la perte de la propriété sporogène : dans l'air raréfié à 20^{mm} environ, la chaleur seule est impuissante à produire ce résultat et les cultures, ainsi privées d'air, faites à 42°, d'après la méthode

---

(¹) Les conclusions de cette Note seront développées dans un Mémoire qui va être publié dans la *Revue médicale de la Suisse romande*.

(²) *Comptes rendus*, 21 mars 1892.

que j'ai indiquée antérieurement, meurent au bout de 8 à 10 générations. Mais, tant qu'elles sont fécondes, elles donnent naissance à des cultures charbonneuses riches en belles spores dont l'atténuation est plus ou moins grande.

» La privation d'oxygène a donc pour résultat, en ce qui concerne la propriété sporogène, de contrebalancer l'action de la chaleur et de conserver au protoplasma ses propriétés reproductrices. Dans ces conditions, on pouvait avec raison se demander si l'emploi du vide imparfait ne favoriserait pas le retour de la sporulation, chez la Bactéridie rendue asporogène par l'action combinée de la chaleur et de l'air.

» J'ai donc, tout d'abord, essayé ce moyen.

» *Expérience.* — Une culture charbonneuse, restée asporogène après deux passages par la souris, est réensemencée le 7 avril 1892 dans un tube à vide, d'où l'on extrait rapidement l'air à l'aide de la pompe à mercure. Au bout de quatre jours de séjour dans l'étuve à 30°, elle est réensemencée dans deux matras à fond plat où le bouillon est étalé en couche mince ([1]). L'un des matras est laissé à l'air et l'autre transvasé de nouveau dans un tube à vide où l'on raréfie l'air. On procède ainsi pendant sept générations successives. Or toutes les cultures ainsi obtenues avec une semence ayant végété dans l'air raréfié sont restées asporogènes.

» D'après ces faits et contrairement aux prévisions, l'action de l'air raréfié semble plutôt défavorable qu'utile à la réapparition des spores. Il fallait donc avoir recours à d'autres procédés. On sait que, dans le sang des animaux morts du charbon et exposé à l'air, la sporulation du *Bacillus anthracis* a lieu très rapidement. D'autre part, j'ai constaté que les premières cultures rendues asporogènes par la chaleur redevenaient quelquefois sporogènes après avoir passé par le cobaye, surtout quand l'ensemencement était fait avec un *léger excès de sang*. La voie était donc tout indiquée pour de nouvelles expériences. Elles ont pleinement réussi.

» Voici comment elles ont été exécutées :

» Le bouillon ordinaire de culture est étalé en couche mince, dans des matras à fond plat, et est additionné de quelques gouttes de sang frais de cobaye sacrifié à cet effet. Les matras sont mis à l'étuve pour être éprouvés; ils y séjournent jusqu'à l'ensemencement. Dans ces conditions, la composition du bouillon subit des modifications qui se traduisent à l'œil par une coloration de plus en plus foncée. Ces modifications, loin d'être nuisibles à l'effet cherché, semblent plutôt en favoriser l'apparition. Ce

---

([1]) Comme M. Chauveau l'a montré, c'est là une condition très favorable à la formation des spores.

milieu est éminemment favorable à la sporulation. Des cultures, restées asporogènes depuis plusieurs mois et pendant plusieurs générations, réensemencées dans ce bouillon spécial, sont redevenues sporogènes, souvent dès la première génération.

» La Bactéridie qui, dans l'expérience rapportée plus haut, avait été soumise, sans succès, à l'action de l'air raréfié fut ensemencée dans ce nouveau milieu : elle redevint sporogène dès la première culture. Bien plus, le vide imparfait, dans ces nouvelles conditions, n'empêche plus le retour à la sporulation.

» C'est donc bien à la présence du sang ou de ses produits de décomposition dans le bouillon, qu'est due la modification nouvelle et le retour à la faculté sporulative. Déjà, M. Chauveau a montré toute l'importance de cet agent pour la restitution de la virulence à la Bactéridie dégénérée. Il y aurait donc, sous ce rapport, entre la fonction reproductrice et la fonction virulente, un rapprochement inattendu.

» Comment et par quel mécanisme l'addition de sang au bouillon favorise-t-elle le retour de la propriété sporogène? C'est là un problème qui, en raison de sa complexité, exige des recherches très approfondies. Mais si nous ne pouvons pas, dès maintenant, pénétrer dans le mécanisme intime de la modification, du moins, nous pouvons indiquer, dans ses grands traits, la marche et l'enchaînement du phénomène. On sait que, dans le mycélium chauffé à 42°, apparaissent des corpuscules réfringents, dont M. Chauveau a, le premier, bien déterminé la nature et la genèse : ce sont les pseudo-spores ou spores rudimentaires. Or ces spores rudimentaires se montrent dans toutes les cultures devenues asporogènes, le plus souvent avec l'aspect et les caractères des spores atténuées; si ce n'était la différence de résistance à la chaleur, on pourrait facilement les confondre. Il arrive fréquemment que les cultures additionnées de sang ne résistent pas, au début, à l'épreuve du chauffage à 65°, pendant quinze minutes, tandis qu'elles le supportent très bien ultérieurement, et cependant aucune différence sensible, relativement aux caractères des spores, n'était appréciable au microscope.

» Il semble donc qu'il y a, entre les vraies et les fausses spores, une relation étroite et qu'elles ne diffèrent, en réalité, que par la plus ou moins grande résistance à la chaleur, résistance qui peut augmenter ou diminuer suivant les conditions de vie et de nutrition du microbe.

» En résumé, la propriété sporogène, de même que la virulence, est susceptible de varier dans des limites très étendues, et ces variations sont entièrement subordonnées à la nature et aux conditions du milieu où prolifère le microbe. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'excrétion chez les Gastéropodes pulmonés*. Note de M. L. **Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsqu'on injecte dans un organisme des matières colorantes solubles, on sait que ces substances sont expulsées par les organes excréteurs normaux, qui prennent alors une teinte caractéristique permettant de les reconnaître facilement : c'est la méthode dite des *injections physiologiques*, appliquée aux Vertébrés, notamment par Heidenhain, Wittich, Chrzonszcewsky, etc. Kowalevsky (¹), après Schindler et Solger, l'a employée à son tour chez beaucoup d'Invertébrés, et l'on peut dire que son travail a marqué une véritable époque dans l'histoire des organes excréteurs.

» La méthode a été cependant utilisée très imparfaitement : les auteurs précédents se sont bornés le plus souvent à l'injection de deux substances, carmin d'indigo et carminate d'ammoniaque, de sorte que les organes qui n'éliminent pas ces substances restent forcément inconnus; c'est pour cette raison que Kowalevsky n'a reconnu chez l'*Helix* qu'un seul organe excréteur (le rein). J'ai repris l'étude de l'excrétion chez les Gastéropodes pulmonés (nombreuses espèces d'*Helix, Arion, Limax, Planorbis, Lymnea*), en injectant, dans le cœlôme, des solutions peptoniques renfermant une ou plusieurs des matières suivantes (classées en catégories suivant leur lieu d'élimination) : 1° fuchsine acide, orange III Poirier, jaune acide, Echtroth E, tropéoline OO, vésuvine, safranine, carmin d'indigo; 2° vert de méthyle, Gentianablau, vert brillant; 3° dahlia; 4° Congoroth, tournesol bleu, carminate d'ammoniaque, hémoglobine (²). La santé de l'animal n'est aucunement troublée quand l'injection est bien faite; les substances sont absorbées très rapidement par les cellules excrétrices, qui prennent alors une teinte évidente; la couleur est toujours renfermée dans des vacuoles, et ne teint ni le protoplasma, ni le noyau. Par ce procédé, j'ai pu reconnaître chez les Pulmonés trois organes excréteurs différents : 1° le rein; 2° certaines cellules du foie; 3° les grandes cellules vésiculeuses du

---

(¹) Kowalevsky, *Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane* (*Biol. Centralbl.*, Bd. 9; 1889).

(²) On trouvera la synonymie des matières colorantes dans Schultz et Julius, *Tabellarische Uebersicht der künstlichen organischen Farbstoffe*. Berlin; 1891.

tissu conjonctif (cellules de Leydig); les deux premiers sont des organes d'élimination; le troisième un rein d'accumulation. Je n'ai jamais obtenu d'excrétion par les cellules pigmentaires de l'ectoderme ou du tissu conjonctif.

» Depuis Barfurth, on décrit habituellement dans le foie des Pulmonés trois sortes de cellules : 1° des cellules à sels de chaux, mis en réserve pour la coquille et l'épiphragme ; 2° des cellules à petits grains bruns et incolores (cellules hépatiques, *Körnerzellen* de Frenzel) que l'on a autrefois considérées comme des cellules excrétrices ; 3° des cellules renfermant de grandes vacuoles avec nodules internes (cellules-ferment, *Keulenzellen* de Frenzel), que l'on considère comme sécrétant les ferments digestifs. En réalité, les cellules dites *hépatiques* sont des cellules digestives, et les cellules vacuolaires sont des cellules excrétrices bien caractérisées, comme le prouvent mes expériences; en effet, toutes les substances des première et deuxième catégories sont absorbées par les cellules vacuolaires, qui déversent ensuite leur contenu dans la cavité de l'intestin ; la substance éliminée est rejetée en dehors avec les excréments, qui prennent alors une teinte caractéristique. Il y a même, dans le foie, une autre sorte de cellules excrétrices, très nettes chez les Pulmonés terrestres, qui renferment de petits nodules jaunâtres : elles éliminent une partie des substances de la deuxième catégorie (conjointement avec les cellules vacuolaires), et sont seules capables d'excréter le dahlia.

» Chez les Pulmonés terrestres, le rein élimine seulement les substances de la première catégorie (conjointement avec le foie), et est incapable d'absorber les autres; le foie a donc, au point de vue excrétion, une importance bien plus considérable que le rein. Chez les Pulmonés aquatiques, au contraire, le rein est capable d'excréter en outre presque toutes les substances de la deuxième catégorie ; il reprend la prédominance sur le foie, dont les cellules excrétrices sont d'ailleurs moins nombreuses et moins actives que chez les Pulmonés terrestres.

» Les cellules de Leydig sont seules capables d'enlever au sang les substances de la quatrième catégorie; elles les gardent à leur intérieur sous forme de petits granules, qui y restent probablement jusqu'à la mort de la cellule; je les ai retrouvés intacts même après trois mois d'injection. Les cellules de Leydig sont remarquables par la multiplicité de leurs fonctions : on sait que c'est à leur intérieur que s'accumulent principalement les réserves de glycogène (Barfurth); d'autre part, j'ai montré, dans un

travail précédent [1], qu'elles sont douées à un haut degré de la propriété phagocytaire, et qu'elles sont capables d'absorber et de digérer les particules albuminoïdes, les débris de cellules, etc., flottant dans le sang; chez les Pulmonés terrestres, on peut donc trouver à la fois, dans une même cellule de Leydig, du glycogène mis en réserve, des cellules phagocytées en voie de digestion, et des produits de désassimilation accumulés dans le protoplasma. Chez les Pulmonés aquatiques, les cellules de Leydig, au lieu de cumuler les trois fonctions, se sont séparées en deux groupes bien distincts : les unes servent uniquement à la fabrication du glycogène de réserve; les autres ont gardé les fonctions excrétrice et phagocytaire. Les cellules de Leydig ont une réaction acide fort nette, car le tournesol bleu qu'elles absorbent dans leurs vacuoles vire immédiatement au rouge.

» Les cellules rénales, qui excrètent normalement de l'acide urique et d'autres produits, ont aussi une réaction fortement acide, comme on peut s'y attendre (ce n'est sûrement pas une glande alcaline, comme le croyait Kowalevsky). J'ai encore constaté une réaction acide dans les globules du sang, ou amibocytes, en leur faisant absorber de petits granules de tournesol d'orcine (Metschnikoff a fait la même observation sur les amibocytes de *Triton*). Je ne sais quelle est la réaction des deux cellules excrétrices du foie.

» Le rôle physiologique du foie des Pulmonés, dans l'excrétion, permet de les rapprocher des Opisthobranches, avec lesquels ils ont tant de rapport; en effet, chez les Opisthobranches que j'ai étudiés (*Aplysia, Doris, Eolis*), le foie renferme des cellules excrétrices à grandes vacuoles, faciles à mettre en évidence par les injections de vert de méthyle. Au contraire, le foie des Prosobranches (*Buccinum, Murex*) paraît être uniquement une glande digestive, et ne prend aucune part à l'excrétion des substances injectées, qui sont éliminées par le rein, les canalicules de la glande néphridienne et certaines cellules conjonctives [2]. »

---

(1) L. Cuénot, *Les organes phagocytaires chez quelques Invertébrés* (*Arch. zool. exp.*, 2e série, t. X; 1892. *Notes* et *Revue*).

(2) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une globuline incolore qui possède une fonction respiratoire.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« Cette globuline a été retirée du sang de la *Patella vulgata*. Elle ne contient pas de métal dans sa molécule; c'est une substance incolore, qui possède les mêmes propriétés d'oxygénation et de désoxygénation que l'hémoglobine et l'hémocyanine.

» Quand on a obtenu une quantité suffisante de sang, on le traite par l'alcool; ce réactif dissout le pigment jaune (1) et les matières grasses qui existent dans le sang de la Patelle (2).

» Le précipité (de l'alcool) est dissous dans une solution diluée de $MgSO^4$; la solution est alors saturée avec $MgSO^4$, et filtrée. Le précipité est lavé avec une solution saturée de $MgSO^4$, puis dissous dans l'eau. Il se dissout à cause de la présence d'une petite quantité de $MgSO^4$ qui lui reste adhérente. La solution est chauffée à 56°, afin de coaguler quelques matières albuminoïdes, et l'on ajoute de l'alcool au liquide filtré, tant qu'un précipité se forme. Après la filtration, le précipité est lavé à plusieurs reprises avec l'eau; il est alors séché à 60°, et enfin dans le vide.

» La moyenne de trois analyses m'a conduit à la formule $C^{523}H^{761}Az^{196}SO^{140}$.

» La globuline existe à deux états, chargée d'oxygène actif, ou non chargée de ce gaz. Lorsqu'elle est chargée d'oxygène, c'est une substance incolore.

» J'ai trouvé, en employant la pompe à vide, que 100^{gr} de cette globuline respiratoire absorbent 132^{cc} d'oxygène à 0° et 760^{mm}, et $31{,}5^{cc}$ d'acide carbonique.

» Quand elle est dissoute dans une solution diluée de $MgSO^4$, son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est $[\alpha]_D = -48°$.

» Cette nouvelle globuline forme dans l'organe respiratoire une combinaison oxygénée peu stable qui, transportée par le sang à travers les tissus de l'animal, s'y dissocie et cède son oxygène aux éléments de ces tissus.

» J'ai nommé cette globuline incolore *achroglobine* (ἄχροος, *incolore*); elle existe très probablement dans le sang des autres invertébrés. »

---

(1) Ce pigment, comme le pigment du sang d'*Aplysia depilans* (voir L. Cuénot, *Comptes rendus,* t. CX, p. 724), n'a pas une fonction respiratoire. Ce pigment est une lutéine ou lipochrome.

(2) Touchant la physiologie de *Patella* voir A.-B. Griffiths, *Proceedings of the Royal Society of London,* vol. XLII, p. 392; 1887 et vol. XLIV, p. 327; 1888.

BOTANIQUE. — *Sur la constitution des cystolithes et des membranes incrustées de carbonate de chaux*. Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« Les dépôts de carbonate de chaux que l'on observe chez les plantes se présentent ordinairement à divers états : tantôt on les rencontre dans les membranes ou dans la cavité des poils, comme cela se voit dans les poils calcaires; tantôt ils forment, dans certaines cellules, des masses plus ou moins volumineuses désignées sous le nom de *cystolithes*, si fréquents chez les Urticacées. On sait depuis longtemps que ces dépôts ne sont pas exclusivement formés par des matières minérales, car on y a signalé l'existence d'une charpente de cellulose qui sert de support aux macles de carbonate de chaux. M. Chareyre a même observé, en outre, dans quelques cas, l'existence d'une substance gommeuse qui provoque, en absorbant de l'eau, un léger gonflement et une faible déformation des cystolithes.

» Les données précédentes, établies par de nombreux observateurs, sont cependant incomplètes en ce qui concerne la constitution de la trame organique qui sert de support aux cristaux; je me propose, dans cette Note, de signaler à l'attention de l'Académie la complexité de ces formations singulières.

» J'ai d'abord constaté, dans les cystolithes, la présence constante des composés pectiques associés à la cellulose; ce fait n'a rien de surprenant puisque j'ai montré que dans tous les tissus, au moins à l'état jeune, souvent à l'état adulte, ces composés sont toujours associés, dans la membrane, à la cellulose; c'est aux composés pectiques que se rattache la substance gommeuse signalée par M. Chareyre dans quelques espèces.

» J'ai découvert, en outre, dans la trame organique des cystolithes, la présence de la callose; ce fait offre un certain intérêt si l'on songe à la rareté de cette substance chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires.

» Pour mettre en évidence la callose dans les cystolithes ou dans les poils calcaires, il suffit de pratiquer des coupes minces dans les organes à étudier et de les traiter soit par le mélange de bleu soluble extra 6B et de brun vésuvien, que j'ai déjà recommandé ([1]), soit par le mélange de ce

---

([1]) L. Mangin, *Sur la désarticulation des conidies chez les Péronosporées* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XXXVIII, avril 1891).

même bleu avec l'orseilline BB; après quelques instants, les cystolithes et les poils manifestent la coloration bleue caractéristique de la callose, tandis que le protoplasme et les éléments lignifiés sont colorés en brun ou en violet.

» L'emploi des coupes ne permet pas d'explorer rapidement de grandes étendues des organes minces, tels que les feuilles et, quand les incrustations sont clairsemées, elles risquent d'échapper à l'attention; aussi est-il préférable d'opérer de la manière suivante :

» Des fragments de feuilles fraîches ou sèches sont mis en digestion dans l'alcool bouillant afin de chasser l'air qu'elles renferment; on les dépose ensuite dans une capsule renfermant la quantité d'acide azotique ordinaire et froid nécessaire pour les recouvrir (on doit toujours opérer sur de petites quantités pour éviter les projections). Au bout de quelques minutes, l'oxydation des matières azotées détermine une vive effervescence; on attend qu'elle soit calmée pour laver les tissus à l'eau froide, puis dans l'alcool bouillant, puis on fait digérer les fragments de feuilles pendant quelque temps dans l'eau ammoniacale froide, de manière à dissoudre la xanthoprotéine et ses dérivés.

» Lorsque les tissus sont assez transparents on neutralise par l'acide acétique et on laisse macérer les organes dans les réactifs colorants signalés plus haut.

» Si l'on a opéré avec des fragments de feuilles d'Ortie ou de Pariétaire, on constate que la trame des cystolithes et que les poils renferment des dépôts de callose qui tranchent par leur couleur bleue sur le fond brun ou rose de la préparation.

» L'action prolongée de l'ammoniaque succédant à celle de l'acide azotique peut gonfler et parfois dissoudre la callose dans quelques tissus; néanmoins l'emploi successif de l'acide azotique et de l'eau ammoniacale présente l'avantage de rendre rapide et facile l'examen d'une feuille entière. Il suffit, pour éviter les causes d'erreur, de compléter cet examen par l'observation de coupes qui n'ont pas subi le même traitement.

» J'ai rencontré la callose dans toutes les membranes ou incrustations calcaires que j'ai examinées : dans les Urticacées, chez l'*Urtica perennis*, la Pariétaire officinale, le *Broussonetia papyrifera*, le *Ficus carica*, le *F. elastica*, le *F. religiosa*, le Houblon, le Mûrier, etc.; chez les Borraginées, dans les poils ou dans le tégument externe du fruit [1] (Myosotis, Cynoglosse, Consoude, Pulmonaire, *Lithospermum*, etc.).

---

[1] Dans les tétrakènes des Borraginées (*Cynoglossum*, *Lithospermum*, etc.), la callose existe aussi en grande quantité dans les cellules du parenchyme interne du péri-

» Dans les cystolithes, elle occupe toute la trame organique et manifeste, après la dissolution du calcaire, les ornements ou les sculptures de la surface (Pariétaire); elle présente, en outre, une stratification très nette (Ortie, Pariétaire, *Ficus*, etc.).

» Dans les poils et dans les cellules épidermiques, elle se présente sous des aspects très différents et en des régions où le carbonate de chaux fait souvent défaut. La cavité du sommet des poils calcaires est obstruée par un dépôt plus ou moins abondant qui envoie dans la partie non obstruée des traînées ou des saillies en forme de boutons (Ortie, Houblon); très fréquemment, la membrane épaisse des poils paraît s'être décollée suivant les lignes de stratification et forme des ampoules qui font saillie dans la cavité cellulaire; les intervalles des lamelles multiples qui forment ces ampoules sont remplis de callose (*Myosotis palustris*, Ortie, etc.). Dans quelques cas (Géranium) la callose remplit presque entièrement la cavité des poils en formant une sorte de cordon cylindrique, vermiforme, contourné sur lui-même. Enfin, les cellules qui bordent les poils à cystolithes ou les poils calcaires présentent des amas arrondis et stratifiés de callose, tantôt localisés dans la rosette de cellules entourant les poils, tantôt développés par une sorte d'irradiation, sur une étendue plus ou moins grande des cellules épidermiques (Myosotis, Vigne, Houblon, Pariétaire, etc.).

» La callose apparaît aussi très souvent dans les membranes des cellules de l'épiderme ou du parenchyme qui limitent les régions subérifiées à la suite d'une mutilation de la feuille (déchirure, piqûre, etc.); dans ce cas, son apparition est liée à un phénomène pathologique encore mal défini, assez grave cependant pour compromettre la vie de la plante (Chou, Myosotis, etc.). »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur une Algue perforante d'eau douce.* Note de MM. **J. Huber** et **F. Jadin**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis longtemps déjà les zoologistes ont signalé des galeries rameuses et irrégulières dans le test calcaire de Mollusques marins, de Po-

---

carpe; mais elle n'est pas incrustée de carbonate de chaux : son apparition paraît coïncider avec la résorption du contenu cellulaire et la destruction graduelle de ce parenchyme. Je reviendrai d'ailleurs, dans une autre Communication, sur les akènes de ces plantes.

lypiers, dans les spicules des Éponges et même dans les écailles des Poissons marins. Des galeries analogues furent observées encore dans les coquilles de Mollusques d'eau douce et dans divers fossiles. Les différents observateurs ne tardèrent pas à attribuer ces canalicules rameux à des plantes perforantes, et tandis que pour les uns ces perforations étaient dues à des Champignons, pour les autres elles étaient produites par des Conferves.

» Mais, il y a peu de temps encore, on ne possédait aucune donnée précise sur la nature de ces végétaux. En 1889, MM. Bornet et Flahault publièrent un important Mémoire qui fixa les idées à ce sujet ([1]); ils déterminèrent spécifiquement les plantes qu'ils avaient observées dans le test calcaire des Mollusques et confirmèrent les quelques observations antérieures. On sait depuis lors que ces perforations sont dues à des Algues ou à des Champignons; M. Bornet ([2]), et tout dernièrement M. Ch. Bommer ([3]), ont même montré que certaines de ces plantes perforantes pouvaient s'allier par symbiose et former un Lichen.

» Il résulte de tous ces travaux que les végétaux perforants actuellement connus sont au nombre de dix, à savoir : 4 Chlorophycées, 4 Cyanophycées et 2 Champignons, dont un Lichen ayant une Cyanophycée pour gonidies. Presque toutes ces plantes sont marines; une seule est exclusivement d'eau douce (*Phormidium incrustatum* Gomont); une autre se trouve répandue aussi bien dans les eaux douces que dans les eaux marines (*Plectonema terebrans* Born. et Flah.). Elles ont été trouvées à peu près exclusivement dans le test calcaire des Mollusques; MM. Bornet et Flahault ont pourtant signalé le *Mastigocoleus testarum* Lagerheim dans un galet calcaire du Croisic.

» Nous avons eu la bonne fortune de trouver, à la source du Lez et dans d'autres cours d'eau, près de Montpellier, une nouvelle plante perforante, appartenant au groupe des Algues cyanophycées. C'est une Chamæsiphonée à laquelle nous avons donné le nom de *Hyella fontana*.

» Cette plante est très voisine d'une Algue perforante décrite par

---

([1]) *Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des Mollusques* (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXVI; 1889).

([2]) *Note sur l'*Ostracoblabe implexa *Born. et Flah.* (*Journal de Botanique de* M. Morot, t. V; 1891).

([3]) *Note sur le* Verrucaria consequens *Nyl.* (*Annales de la Société belge de Microscopie*, t. XVI; 1892).

MM. Bornet et Flahault, sous le nom de *Hyella cœspitosa;* mais, tandis que cette dernière vit dans le test calcaire des Mollusques marins, nous avons rencontré le *Hyella fontana* aussi bien dans les vieilles coquilles de Mollusques terrestres, ayant séjourné dans les eaux douces, que dans les pierres calcaires qui forment le fond des ruisseaux et rivières à eaux suffisamment aérées et claires des environs de Montpellier.

» Dans les roches, où elle est surtout très abondante, elle pénètre jusqu'à 1^{mm} ou 2^{mm} de profondeur, formant une couche étendue qui donne à toute la pierre une coloration qui varie du gris verdâtre au vert bleuâtre. Comme le *Hyella cœspitosa,* elle est filamenteuse et ramifiée, formée de cellules à contenu homogène et dépourvues de noyau; toute cellule végétative superficielle peut former un sporange par division successive de son protoplasme, ou bien plusieurs cellules végétatives, en divisant leur protoplasme, peuvent former des sortes de sacs à contours irréguliers, remplis de cellules dont l'aspect rappelle celui des Chroococcacées.

» Les filaments peuvent devenir si rapprochés et si serrés vers la surface qu'ils remplacent presque totalement le calcaire; dans ce cas on observe surtout l'aspect chroococcoïde et la mise en liberté des cellules reproductrices. Au fur et à mesure que la partie superficielle de la roche calcaire est ainsi usée par la plante perforante, les filaments profonds du *Hyella* pénètrent de plus en plus, s'accroissent, amenant ainsi une usure lente et une désagrégation continue du substratum.

» Nous croyons utile, en terminant, d'appeler l'attention des paléontologistes sur ce fait que nous avons toujours trouvé ces pierres et ces coquilles perforées dans des eaux rapides, claires et peu profondes. Cette observation pourrait peut-être leur servir à marquer les conditions de vie et de dépôt de certains gisements fossiles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les causes de la catastrophe survenue à Saint-Gervais (Haute-Savoie), le 12 juillet* 1892. Note de MM. **J. Vallot** et **A. Delebecque** (¹), présentée par M. Daubrée.

« La catastrophe survenue à Saint-Gervais le 12 juillet 1892, à la suite d'une avalanche descendue des glaciers du mont Blanc, a été si extraordi-

---

(¹) Cette intéressante Note est accompagnée du plan et de la coupe du glacier de Tête-Rousse, à l'échelle de $\frac{1}{1000}$, qui ont été tirés par M. Vallot. Le plan présente des courbes équidistantes de 5^{m}.

naire que nous avons tenu à en déterminer les causes d'une façon très précise. Le 19 juillet, accompagnés de M. Étienne Ritter, étudiant à l'Université de Genève et des guides Gaspard Simond et Alphonse Payot (tourneur), de Chamonix, nous sommes montés jusqu'à la base de l'aiguille du Goûter, à l'altitude de 3200^{m}, et nous avons les premiers exploré complètement la région d'où l'avalanche s'est détachée. Voici le résultat de nos observations.

» A la base de l'aiguille du Goûter, se trouve le petit glacier de Tête-Rousse, formant un plateau presque horizontal. L'extrémité de ce glacier s'avance, sans surplomb, sous une inclinaison de 40°, entre deux arêtes convergentes, terminant le bassin de réception, au-dessous duquel se trouve un couloir rocheux escarpé.

» Nous avons reconnu que la partie frontale de ce glacier avait été enlevée, laissant à sa place un espace demi-circulaire, limité en amont par une muraille de 40^{m} de haut, dont l'inclinaison se rapproche beaucoup de la verticale. A la base de cette paroi, s'ouvre, dans la glace même, une caverne de forme lenticulaire, parfaitement visible de différents points de la vallée de l'Arve, et mesurant 40^{m} de diamètre sur 20^{m} de hauteur ([1]). Cette caverne communique, par un couloir encombré de blocs de glace, avec une cavité cylindrique à ciel ouvert, à parois verticales, résultant de l'effondrement sur place d'une partie du glacier. L'existence de cette dernière cavité, mesurant 80^{m} de long sur 40^{m} de large et 40^{m} de profondeur, n'avait pas été soupçonnée.

» L'examen de ces deux cavités nous a montré, en maints endroits, des parois de glace polie et transparente, qu'on ne rencontre jamais dans les glaciers à cette altitude, et qui prouvent d'une manière certaine un contact prolongé avec l'eau. La forme de la première caverne, libre de glaces, rappelait, par ses concavités polies, celle des marmites de géants.

» Notre opinion est que, par l'accumulation des eaux du glacier, un lac intérieur s'est formé, entre les deux arêtes rocheuses convergentes, à la faveur de seuils rocheux dont l'un est parfaitement visible au-dessous du glacier. (Un lac analogue et dans la même position existe à ciel ouvert, au Plan de l'Aiguille, au-dessus de Chamonix.) Cette eau, augmentant sans cesse, peut avoir miné peu à peu la croûte de glace qui recouvrait la cavité supérieure ; la voûte, devenant trop faible, s'est alors effondrée,

([1]) Toutes ces mesures, ainsi que le cube des matériaux précipités, résultent d'un lever fait au moyen de l'éclimètre Goulier et de la stadia.

exerçant sur l'eau une pression énorme, qui a rompu et projeté violemment la partie inférieure du glacier. Peut-être même la simple pression de l'eau accumulée a-t-elle pu, à un moment donné, occasionner cette rupture.

» Ainsi s'explique la quantité d'eau considérable qui s'est précipitée d'un seul coup dans la vallée, emportant sur son passage la terre des rives et formant la boue liquide qui s'est répandue dans les parties basses.

» Cette eau a emporté avec elle toute la partie inférieure du glacier, qu'elle avait arrachée et projetée en avant pour s'ouvrir un passage. Quant au plafond du cirque d'effondrement, il paraît être resté à peu près entièrement au fond de la cavité, remplaçant l'eau du lac souterrain.

» Parmi les rares blocs qui sont restés dans le voisinage, nous en avons remarqué quelques-uns formés d'une boue stratifiée glacée, qui n'a pu se déposer qu'au fond d'un lac.

» En présence de l'existence certaine d'une masse d'eau considérable, l'hypothèse d'une simple avalanche de glace doit être écartée, la faiblesse de la pente et la largeur de la vallée au-dessous du mont Lachat ne permettant pas d'ailleurs à des matériaux solides de continuer leur route (1).

» D'après nos mesures, la quantité d'eau fournie pour l'effondrement supérieur est d'environ 80000^{mc}, auxquels il faut ajouter 20000^{mc} pour la grotte d'entrée et de 90000^{mc} de glace arrachée à la partie frontale du glacier, ce qui forme un total *de* 100000^{mc} *d'eau et* 90000^{mc} *de glace*. On comprend facilement les effets destructeurs d'une pareille avalanche.

» Il est probable que ce lac sous-glaciaire, qui résulte de la configuration des lieux, se reformera peu à peu. Le remède consisterait à faire sauter les seuils rocheux, de manière à ménager un écoulement à l'eau de fusion du glacier; mais ce serait une opération fort difficile.

» De pareilles formations ne sont heureusement guère à craindre dans d'autres localités, les grands glaciers ayant une marche beaucoup trop rapide pour permettre à l'eau de s'accumuler, et les glaciers supérieurs s'arrêtant d'habitude à une moraine perméable. »

---

(1) L'accumulation d'une masse d'eau sous un glacier d'une certaine épaisseur n'est pas du tout invraisemblable, même à l'altitude de 3200^{m}. La progression géothermique l'explique parfaitement (voir Heim, *Gletscherkunde*, p. 247 et seq.; 1885).

ÉCONOMIE RURALE. — *Contributions à l'amélioration des plantes cultivées.* Note de M. SCHRIBAUX.

« Depuis 1887, la Station d'essais de semences de l'Institut agronomique a poursuivi de nombreuses expériences sur l'amélioration des plantes cultivées. Parmi les observations qu'elle a réunies, je voudrais signaler aujourd'hui à l'Académie celles qui sont d'un intérêt immédiat pour l'agriculture.

» On sait que les fleurs d'une même inflorescence s'épanouissent successivement. Chez les légumineuses, la floraison est basifuge; chez les graminées, l'ordre d'apparition des fleurs varie d'une espèce à l'autre; ainsi, dans le blé et dans le seigle, la floraison est centrifuge, tandis que, dans l'avoine, elle est nettement basipète. Si l'on considère un épillet, que celui-ci soit en épi ou en panicule, on constate toujours que les fleurs s'ouvrent dans le même ordre que sur l'inflorescence entière; dans l'avoine, par exemple, ce sont les fleurs terminales qui, sur chaque axe secondaire, apparaissent les premières.

» Avec l'aide de M. Bussard, j'ai noté jour par jour, sur quelques inflorescences de blé, de seigle et d'avoine, la date de floraison des différentes fleurs; puis, j'ai déterminé, à la récolte, le poids des grains correspondants. Entre ces deux circonstances, il existe une relation étroite : *les fleurs les plus précoces produisent les semences les plus lourdes;* j'ajoute que *celles-ci sont celles qui mûrissent les premières.*

» Cette loi me semble générale; du moins elle s'est vérifiée également avec les trèfles, le sainfoin, le chanvre, le colza, le sarrasin et le soleil. L'intérêt pratique de cette observation ressort de l'expérience suivante :

» D'un lot de semences d'avoine, j'ai fait deux parts : l'une comprenant de gros grains, pesant en moyenne $46^{mg},48$; l'autre, de petits grains du sommet de l'épillet, pesant $22^{mg},216$, mais bien pleins et parfaitement conformés. Ces semences furent semées dans vingt caisses de végétation et dans des conditions rigoureusement comparables, à l'abri des ravages des insectes et des oiseaux.

» Dès la levée, les plantules issues des grosses semences se différenciaient par une plus grande vigueur; elles épièrent et mûrirent les premières. Le charbon fit son apparition dans les cultures : elles résistèrent bien mieux au champignon que les plantes provenant des petites semences.

» De celles-ci, elles se distinguaient encore par un tallage plus abondant. Lors des semailles, on avait adopté pour toutes les semences un espacement uniforme. Les tiges

fournies par les grosses semences étant les plus nombreuses sur une surface donnée, se trouvaient par conséquent les moins favorisées au point de vue de leur alimentation. En dépit de cette circonstance, elles produisirent plus de paille, plus de grain et du grain plus lourd, de meilleure qualité.

» D'autres expériences, poursuivies sur le blé, l'orge, le trèfle des prés, les vesces, concordent entièrement avec la précédente. A tous égards, les grosses semences l'emportent sur les petites. Quelle que soit la destination des plantes que l'on cultive, qu'elles soient consommées en vert ou en leur entière maturité, ce sont les semences qu'il faut préférer.

» En grande culture, on se les procurera aisément à l'aide de trieurs appropriés. Si l'on opère sur un petit nombre de plantes mères, on vient de voir qu'il suffira de les recueillir sur les parties de l'inflorescence correspondant aux fleurs épanouies les premières.

» Les expériences multipliées, poursuivies à la Station d'essais de semences, ont démontré que ce mode de sélection, à la fois simple et pratique, est le plus parfait de tous ceux qui ont été préconisés.

» Tirer, par exemple, ses semences des plus beaux épis, ainsi que procèdent certains agriculteurs, revient à faire usage des plus gros grains; des observations remontant à 1887 nous ont appris que le poids des épis et le poids moyen des grains varient parallèlement. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La période solaire et les dernières éruptions volcaniques.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

« J'ai montré, à plusieurs reprises, la périodicité des grands mouvements atmosphériques et sismiques. Les dernières éruptions volcaniques accusent la même périodicité.

» Le 26 juin 1892, l'île Sanguir, près Célèbes, était détruite par une éruption du volcan Awu (Golong-Awu). Cette catastrophe peut être rapprochée de celle du Cracatoa, près Java, 27 août 1883. Or l'intervalle de ces deux explosions est de 3550,2 jours; mais 282 périodes solaires, de 12,5935 jours chacune, donnent 3550,4 jours. Ces deux grandes éruptions volcaniques se sont donc produites exactement après un intervalle de 282 demi-rotations du Soleil.

» La même île était en partie détruite le 2 mars 1852. Or l'intervalle du 2 mars 1852 à la dernière éruption, du 26 juin 1892, est de 13164,6 jours; 1045 périodes de 12,6 jours nous donnent également

13167,0 jours ; c'est donc après 1045 demi-rotations du Soleil, que l'éruption s'est reproduite.

» L'Etna est entré en éruption dans la nuit du 8 au 9 juillet 1892. Or l'intervalle entre l'éruption de l'Awu et celle de l'Etna est de 12 jours, c'est-à-dire la durée d'une demi-rotation du Soleil.

» Est-il possible que cette coïncidence des intervalles, à longue et à courte échéance, soit produite par le hasard?... »

L'auteur termine par des considérations rattachant ces phénomènes à des décharges électriques, d'origine solaire, au travers des espaces interplanétaires; il cherche à montrer comment on peut, à l'aide de l'héliophotographie, en prévoir le retour à l'avance.

M. **Starikoff** adresse, de Moscou, un Mémoire écrit en langue russe, et portant pour titre « Nouvelle étude de l'univers ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juillet 1892.

Cours d'Analyse infinitésimale, par Ph. Gilbert. *Partie élémentaire*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Le secret professionnel, par Paul Varwaest. Paris, Giard et Brière, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Moissan.)

Contribution à l'étude de l'alcoolisme. Étude physiologique de l'eau d'arquebuse ou vulnéraire, par C. Cadéac et Albin Meunier. Paris, Asselin et Houzeau, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Traitement de la phtisie pulmonaire, par G. Daremberg. Paris, Rueff et Cie, 1892; 2 vol. in-16.

Mémorial de l'artillerie de la marine. 28e année, 2e série, tome XX, 4e livraison de 1892. Paris, Imprimerie nationale, juillet 1892; 1 vol. in-8°.

Matériel d'artillerie de la marine. Planches, 4e livraison, année 1892, Chapitre XI : *Hausses et appareils de pointage*. Paris, Imprimerie nationale, 1892; in-f°.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Annuaire pour l'année 1892. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. in-12.

Recherches bactériologiques sur l'infection urinaire, par Ali Krogins. Helsingfors, 1892; br. in-8°.

Études sur l'Hexaméron de Jacques d'Edesse, notamment sur les notions géographiques contenues dans le 3e *Traité*. Texte syriaque publié et traduit par Arthur Hjelt. Helsingfors, 1892; 1 br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 18 juillet 1892.)

Note de M. *J. Pionchon*, Sur la chaleur spécifique et la chaleur latente de fusion de l'aluminium :

Page 163, ligne 14, *au lieu de* $q_0^t = 0,308\,t - 46,9$, *lisez* $q_0^t = 0,308\,t + 46,9$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le pentasulfure de bore.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans un travail précédent [1], nous avons indiqué qu'on pouvait obtenir le trisulfure de bore en faisant réagir le soufre sur le triiodure de bore par voie sèche au rouge sombre. Si l'on répète la même réaction à la température ordinaire et en solution sulfocarbonique, le composé a des propriétés qui le différencient nettement du trisulfure.

---

[1] *Étude du trisulfure de bore*, par M. Henri Moissan (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 203).

» On introduit, dans un matras de 100^{cc}, 20^{gr} environ d'iodure de bore dissous dans une petite quantité de sulfure de carbone pur et l'on y ajoute une solution sulfocarbonique de soufre de façon à avoir un excès de ce dernier corps simple. On scelle le matras et on le maintient en repos au bain-marie à la température de 60° pendant vingt-quatre heures environ. Si les solutions sont concentrées, on observe immédiatement une réaction très vive avec élévation de température, et il se produit une bouillie cristalline fortement colorée par l'iode. Avec des solutions étendues, la réaction se fait lentement, et l'on obtient une solution d'iode et un dépôt abondant qui, une fois lavé au sulfure de carbone, se présente sous la forme d'une poudre blanche légère, parfaitement cristallisée, qui se colore en rose par la dessiccation et très altérable par une trace d'humidité. Le lavage, par le sulfure de carbone, doit être continué assez longtemps.

» Ces cristaux sont formés par du pentasulfure de bore; en effet :

» 1° Le point de fusion, pris à la pince thermo-électrique, est de 390°, tandis que le trisulfure de bore commence à fondre à 310°. Du reste, sa fusion est complètement différente de celle du trisulfure. Il ne passe pas par l'état pâteux; aussitôt la température de 390° atteinte, il devient immédiatement liquide.

» 2° Mis au contact de l'eau, il se décompose de suite en acide borique, en hydrogène sulfuré qui se dégage et en soufre qui se précipite, tandis que le trisulfure pur ne donne jamais de dépôt de soufre.

» 3° Chauffé en tube scellé avec l'alcool, il réagit sur ce dernier corps comme le trisulfure de bore, mais en fournissant un dépôt abondant de soufre cristallisé.

» 4° Si on le chauffe dans le vide, à la température de son point de fusion, il se dédouble en soufre, qui se volatilise, et en trisulfure décomposable par l'eau, sans dépôt de soufre.

» 5° Tandis que le trisulfure n'est pas attaqué même au rouge sombre par le mercure et l'argent, ce nouveau composé est attaqué avec facilité par ces métaux en donnant du trisulfure de bore et un sulfure métallique.

» L'action du mercure est surtout très caractéristique. La vapeur de mercure attaque, en effet, ce composé avec incandescence; le sulfure de mercure distille et il reste du trisulfure de bore fondu, décomposable par l'eau sans dépôt de soufre.

» Nous indiquerons, parmi les propriétés de ce nouveau composé, qu'il possède une densité de 1,85, que la potasse aqueuse le détruit en fournissant un polysulfure et du borate de potassium, que le chlore réagit sur lui à basse température pour fournir de beaux cristaux transparents très ré-

fringents et facilement dissociables par une légère élévation de température.

» Malgré tous nos efforts, il nous a été impossible d'obtenir ce pentasulfure absolument pur. En même temps qu'il se forme il produit un composé d'addition de pentasulfure et d'iode, composé en partie dissociable dans le sulfure de carbone, et dont il est très difficile de le débarrasser. Cette quantité d'iode qui, après plusieurs lavages, peut varier de 15 à 10 pour 100, devient ensuite beaucoup plus faible, sans que l'aspect et les propriétés du composé éprouvent aucun changement. Dans tous les cristaux provenant de différentes préparations, le rapport du soufre au bore a toujours répondu à la formule d'un pentasulfure de bore Bo^2S^5.

» Nous poursuivrons l'étude de ces nouveaux composés. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les cultures dérobées d'automne, utilisées comme engrais verts;* par M. **P.-P. Dehérain**.

« J'ai déjà eu l'honneur ([1]) d'appeler l'attention de l'Académie sur l'utilité que présentent les cultures dérobées d'automne, destinées à être enfouies comme engrais verts. Cette utilité apparaît clairement quand on cherche, d'une part, quelles sont les pertes d'azote nitrique qu'occasionnent les pluies d'automne, traversant les terres dépouillées de leurs récoltes; quand on constate, d'autre part, que ces pertes sont très réduites ou même supprimées, lorsque les terres sont couvertes de végétaux.

» La mesure et l'analyse des eaux de drainage recueillies de quelques-unes des terres de l'École de Grignon, pendant l'automne des trois dernières années, ont donné, pour les pertes d'azote nitrique calculées à l'hectare, les nombres suivants :

Azote nitrique perdu à l'hectare, depuis la moisson jusqu'en novembre.

	kg
1889	72,2
1890	10,8
1891	42,5

» La moyenne est de $41^{kg},8$, correspondant à 260^{kg} environ de nitrate

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 465; *Annales agronomiques*, t. XVII, p. 49.

de soude, quantité supérieure à celle que reçoit habituellement un hectare de betteraves fumé à la fois au fumier de ferme et au nitrate.

» Ces pertes de nitrates, représentant une somme de 70^{fr} environ, atteignant presque le prix de location des terres de moyenne qualité, peuvent être à peu près complètement évitées par la pratique des cultures dérobées à enfouir comme engrais.

» En 1891, l'automne a été pluvieux, et elles ont bien réussi. Quand on a semé de la moutarde, à laquelle du trèfle s'est adjoint spontanément, on a recueilli très peu d'eau de drainage, la plus grande partie des eaux de pluie ayant été évaporée par les plantes qui couvraient le sol; pendant toute la saison, les eaux qui ont passé au travers des drains ne renfermaient que 0^{kg},808 d'azote nitrique. Quand les terres ont été couvertes de vesce (*Vicia sativa*), qui a été très vigoureuse, les drains n'ont pas coulé, toute la pluie a été évaporée.

» Cette première observation ne conduisait pas encore à une conclusion solide, sur les avantages des cultures dérobées; en effet, on pouvait craindre que les nitrates ne restassent dans le sol et ne fussent entraînés par les pluies d'hiver, après l'enfouissement des plantes qui avaient empêché l'écoulement de l'eau; il convenait donc de poursuivre l'étude des eaux de drainage après l'enfouissement des récoltes dérobées.

» La moutarde est forcément enfouie en novembre; elle est, en effet, très sensible à la gelée. Il n'en est pas de même de la vesce : habituellement elle résiste; aussi, bien que, dans la plupart des cas, les récoltes dérobées aient été enterrées par les labours d'automne, on a maintenu la vesce sur quelques pièces, jusqu'en février; mais, l'hiver ayant été rigoureux, la vesce conservée sur pied n'a fait aucun progrès et on n'a trouvé aucun avantage à ne pas l'enterrer à l'automne.

» Au moment des labours destinés à enfouir les cultures vertes, on a prélevé des échantillons sur différentes pièces, pour savoir le poids et la composition des plantes destinées à servir d'engrais.

» La moutarde fraîche pesait en moyenne 4770^{kg} à l'hectare; l'analyse a fourni les nombres suivants :

Matière sèche......	26,64 pour 100
Azote.............	6,60 pour 100 de matière sèche

ou

Azote.............	1,75 pour 100 de matière normale

Les 4770^{kg} renfermaient donc 83^{kg},47 d'azote, plus que les eaux de drainage n'en ont entraîné des terres nues.

» La vesce pesée fraîche a donné en moyenne 10 806^{kg} à l'hectare; on y a dosé :

Matière sèche......	20,75 pour 100
Azote.............	6,33 pour 100 de matière sèche

ou

Azote.............	1,31 pour 100 de matière normale

» L'azote contenu dans la récolte d'un hectare s'élève donc à 167^{kg},4 : c'est l'équivalent de 33480^{kg} de fumier à 5 pour 1000 d'azote; c'est donc, au point de vue de l'azote, une fumure moyenne, obtenue à très bas prix, puisque les frais qu'elle nécessite sont seulement l'acquisition de 2^{hlit} à 3^{hlit} de vesce, et les dépenses de semaille; on ne peut compter, en effet, aux engrais verts le déchaumage qui précède le semis, puisqu'on le donne toujours après une céréale.

» Que deviennent dans le sol ces végétaux enfouis? C'est là ce qu'il convient maintenant de rechercher.

» Les terres qui ont reçu les engrais verts, et des terres toute semblables, ont été systématiquement maintenues sans culture depuis l'automne de 1891, de façon à savoir, par l'analyse comparée des eaux de drainage, si les nitrates non entraînés à l'automne ne seraient pas dissous et perdus pendant l'hiver, si, en outre, la décomposition des plantes dans le sol ne serait pas assez rapide pour empêcher les cultures de printemps d'en profiter.

» Les quantités d'azote nitrique recueillies pendant l'hiver, le printemps et l'été sont inscrites au Tableau suivant :

	Azote nitrique contenu dans les eaux de drainage écoulées d'un hectare de terres	
	sans engrais vert.	après enfouissement de vesce.
	kg	kg
Du 26 octobre au 24 novembre...............	1,49	1,22
Du 24 novembre au 15 décembre.............	4,38	5,01
Du 15 décembre au 4 janvier................	2,47	2,29
Du 4 janvier au 9 février.....................	1,92	2,71
Du 9 février au 22 février....................	3,06	7,95
Du 22 février au 10 juillet...................	18,50	33,40

» Pendant l'hiver, les eaux écoulées des terres nues et des terres enrichies par les

engrais verts en sont à peu près également chargées; si l'on fait la somme des quatre premiers dosages, on trouve :

Azote nitrique contenu dans les eaux de drainage d'un hectare.	Terre sans engrais..........	$10^{kg},26$
	Terre avec engrais vert.....	$11^{kg},23$

» Les différences sont donc très faibles; il est visible que, lorsque les nitrates n'ont pas été entraînés par les eaux, ils ont été assimilés par la moutarde ou la vesce; il est visible, en outre, que, pendant l'hiver, la décomposition des végétaux enfouis fait peu de progrès, et que la matière organique azotée n'est pas rapidement la proie des ferments nitriques.

» La production des nitrates par cette transformation de la matière végétale ne commence à se faire sentir qu'au mois de février.

» L'expérience était donc en très bon chemin, quand elle a été interrompue par l'excessive sécheresse du printemps et du commencement de l'été; c'est seulement à la fin de juin que les pluies sont arrivées et en juillet que les drains ont coulé; l'analyse des eaux montre que la nitrification de la matière verte était déjà sensible. Je me suis assuré, par des expériences directes, que, lorsque la température et l'humidité sont convenables, cette nitrification est très active : c'est, du reste, ce qu'a reconnu récemment M. Müntz (¹). Dans une saison normale, ce ne serait pas le huitième de l'azote enfoui qui serait transformé, mais une quantité beaucoup plus forte, et j'aurais pu attendre, pour présenter ces résultats à l'Académie, que ces expériences fussent plus complètes, si je n'avais cru utile de rappeler les avantages des cultures dérobées, au moment même où la moisson va être terminée et où ces cultures doivent être entreprises.

» En réalité, semer à l'automne, immédiatement après une céréale, de la graine de vesce, c'est fixer dans une matière organique l'azote des nitrates; il est ainsi retenu, soustrait à l'influence dissolvante des eaux qui traversent le sol; cet azote, mis en réserve, ne reprend sa forme assimilable qu'au printemps suivant, au moment où il peut être utilisé par les plantes qui occupent le sol.

» Il est à remarquer, en outre, que, lorsque les cultures vertes sont bien développées, elles renferment plus d'azote que les eaux de drainage n'en entraînent, et que, dans le cas d'une légumineuse, le sol est enrichi d'azote prélevé sur l'atmosphère.

(¹) *Comptes rendus*, t. CX, p. 972; *Traité de Chimie agricole*, p. 596.

» Je n'ai pas encore de renseignements bien précis sur la quantité de fumier que permet d'épargner dans différents sols une culture dérobée, mais je crois qu'en général on peut compter que, lorsque la culture est réussie, elle équivaut à un tiers, peut-être même à une moitié d'une bonne fumure. Je suis persuadé que les praticiens qui, cette année même, imiteront ce qu'on fait depuis longtemps dans différentes parties de la France et sèmeront sur les soles des céréales après un léger déchaumage de 2^{hlit} à 3^{hlit} de vesce par hectare, y trouveront, si l'automne est humide, de grands avantages. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Remarques sur l'alimentation chez les Ophidiens.* Note de M. **Léon Vaillant.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie).

« La ménagerie des Reptiles possède un exemplaire du grand Anacondo de l'Amérique méridionale (*Eunectes murinus*, Linné), d'une longueur d'au moins 6^m, qui, chose exceptionnelle pour l'espèce, ayant accepté de la nourriture presque dès son arrivée et continuant de manger avec régularité depuis cette époque, offre un sujet d'étude des plus précieux au point de vue de recherches à faire sur la nutrition des Ophidiens pour éclairer, en les continuant, les observations de même ordre dues à Constant et Auguste Duméril.

» Depuis son entrée, le 8 août 1885, jusqu'à la fin de l'année 1891, ce Serpent a mangé trente-quatre fois, c'est-à-dire en moyenne cinq fois par an; le nombre maximum a été sept fois en 1887, le nombre minimum quatre fois en 1886. Presque toujours, la nourriture a consisté en Boucs et Chèvres de petite taille ou jeunes; cependant trois fois il a pris des Lapins, une fois une Oie. Il est à remarquer que cette bête et, en général, les Serpents n'acceptent pas indifféremment toutes les proies, mais manifestent de véritables goûts. Il faut ajouter que, si l'on éprouve souvent une difficulté réelle, pour un individu donné, à faire prendre le premier repas, ceci obtenu, l'animal accepte beaucoup plus aisément ce qui lui est offert. Un exemple entre autres nous a été fourni par un *Pelophilus madagascariensis,* D. B., lequel, après avoir refusé pendant plus de vingt-deux mois

les proies les plus variées, accepta un jour un Sansonnet, prit ensuite quelques autres petits Oiseaux et enfin mangea des Rats, dont on le nourrit aujourd'hui sans difficulté, alors qu'à maintes reprises auparavant on les lui avait vainement présentés.

» Les intervalles entre les repas chez cet Anacondo présentent de grandes variations. En les groupant, pour fixer les idées, on trouve que :

7	fois l'intervalle a été de.......	23 à 40	jours.
8	»	40 à 60	»
9	»	60 à 80	»
3	»	80 à 100	»
3	»	100 à 120	»
2	»	120 à 128	»
1	»	204	»

» En somme, l'intervalle normal peut être estimé à deux mois, deux mois et demi.

» C'est l'animal qui règle d'ailleurs lui-même ses repas, car on attend, pour lui présenter sa nourriture, qu'il en manifeste le désir par son agitation et quelques autres signes extérieurs. Toutefois, pendant les jeûnes prolongés, on ne se conforme pas à cette règle; ainsi, pendant l'intervalle exceptionnel maximum de 204 jours, entre les sixième et septième repas en 1886, à deux reprises, des tentatives furent inutilement faites pour alimenter ce Serpent.

» En ce qui concerne le volume des proies, pour cet Anacondo, comme pour d'autres sujets rares, la crainte d'accidents, que pourraient amener des troubles dans la digestion, engage à ne lui faire prendre que des animaux d'une grosseur relativement médiocre : le plus fort qu'il ait avalé était un Chevreau de 12^{kg}, représentant à peu près le sixième du poids du sujet; il n'est pas douteux qu'à l'état de liberté un Serpent de cette taille ne puisse engloutir des proies trois à quatre fois plus considérables. Un accident entre autres, dont la Ménagerie a été le théâtre, montre à quel point peut, dans certains cas, aller le volume relatif de l'animal ingéré. Une Vipère de France (*Pelias berus*, Lin.) avait dû être placée dans une même cage avec une Vipère à cornes (*Cerastes cerastes*, Lin.); comme les individus, bien qu'appartenant à des espèces différentes, étaient de même taille, la Vipère de France peut-être un peu plus forte, il était supposable que ces deux Serpents pourraient sans inconvénient vivre l'un à côté de

l'autre. La Vipère à cornes avala cependant, dès la nuit suivante, sa compagne de captivité, et, pour s'accommoder à cette proie si disproportionnée, son corps s'était distendu au point que les écailles, au lieu de se toucher latéralement en chevauchant même un peu l'une sur l'autre, comme à l'état normal, s'étaient écartées, laissant entre les rangées longitudinales un espace nu égal à leur propre largeur. La digestion se fit toutefois régulièrement et le Céraste ne parut point en souffrir.

» Les résidus de la digestion sont évacués en une seule fois après chaque repas, ce qui fait généralement admettre qu'ils correspondent à chacun de ceux-ci ; on reconnaît, par l'examen des fèces, que c'est là, en effet, le cas ordinaire. Cependant nous avons eu sur cet Eunecte la preuve certaine qu'il peut en être autrement; dans les déjections recueillies le 16 avril 1887, à la suite d'un repas effectué le 2, avec les poils du Chevreau dégluti à cette époque, se trouvaient quelques plumes d'une Oie avalée le 8 février, au repas précédent.

» Bien que la digestion des aliments soit très complète, puisque, à l'exception des parties épidermiques et de quelques portions du squelette particulièrement résistantes, rien d'autre ne se retrouve dans les fèces. S'il fallait en juger par notre Anacondo, l'accroissement de l'animal ne se ferait qu'avec une extrême lenteur; au moins dans la période d'observation a-t-il été presque nul, car, à la fin de 1891, ce Serpent n'accusait que 76^{kg}, au lieu de 74^{kg} à l'arrivée. Il faut considérer que cet individu paraît avoir atteint la taille maximum de l'espèce; en tous cas, nous ne possédons dans les collections aucune dépouille pouvant faire croire qu'on en trouve de plus gigantesques : il y aurait donc moins lieu de s'étonner de cet état stationnaire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Dubut** adresse, de Buenos-Ayres, une Note relative à un liquide propre à détruire le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. G. **Bouron** adresse une Note relative à un procédé pour rendre les objets incombustibles.

(Renvoi à l'examen de M. Troost.)

M. **Eugène Soulié** soumet, au jugement de l'Académie, un petit appareil figurant les particularités d'une éclipse partielle de Lune.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, sept nouvelles feuilles des Cartes de France et de Tunisie, publiées par le Service géographique de l'armée.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes tétraédrales symétriques*. Note de M. **Alphonse Dumoulin**, transmise par M. Darboux.

« I. Dans son Mémoire « Sur les surfaces et les courbes tétraédrales symétriques », M. V. Jamet (¹) a fait connaître la proposition suivante :

» *Un point* M *étant pris arbitrairement sur une courbe tétraédrale* (T), *considérons la cubique gauche* (C) *tangente en* M *à la courbe tétraédrale et passant par les sommets du tétraèdre de symétrie. Cela posé,*

» 1° *La courbe tétraédrale et la cubique gauche ont, au point* M, *même plan osculateur;*

» 2° *Lorsque le point* M *se meut sur la courbe tétraédrale, le rapport des courbures, au point* M, *de la cubique gauche et de la courbe tétraédrale demeure constant.*

» Nous nous proposons de compléter ce théorème en démontrant que :

» 3° *Au point* M, *la courbe tétraédrale et la cubique gauche ont des torsions égales.*

» A cet effet, nous établirons d'abord quelques propriétés infinitésimales des courbes dont les tangentes font partie d'un complexe quelconque, algébrique ou transcendant.

» II. Il est bien connu que, lorsque les tangentes d'une courbe font partie d'un complexe de droites, le plan osculateur, en un point de cette courbe, est le plan tangent au cône du complexe, suivant la tangente à la courbe en ce point.

» En faisant appel à la notion du *complexe tangent*, on peut donner, à

(¹) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*; 1887.

l'énoncé de ce théorème, la forme suivante, qui nous sera utile dans un instant :

» *En un point* M *d'une courbe dont les tangentes appartiennent à un complexe* (K), *le plan osculateur est le plan polaire du point* M, *par rapport au complexe tangent relatif à la tangente en* M *à la courbe.*

» III. Dans son Mémoire « Sur les propriétés des cubiques gauches et le mouvement hélicoïdal d'un corps solide (¹) », M. Appell a donné une formule élégante de la torsion dans les cubiques gauches. On a

$$\tau = k + \frac{r^2}{k},$$

τ désignant le rayon de torsion en un point quelconque pris sur la courbe, k le paramètre du complexe linéaire qui renferme les tangentes à la cubique gauche et r la distance du point considéré à l'axe central de ce complexe.

» Cette propriété peut être étendue aux courbes dont les tangentes font partie d'un complexe linéaire. Pour le prouver, il n'est pas nécessaire de faire de nouveaux calculs. Effectivement, la démonstration que M. Appell a donnée de son théorème s'applique, sans aucune modification, aux courbes plus générales dont nous venons de parler. Énonçons donc ce théorème :

» *En tout point d'une courbe dont les tangentes font partie d'un complexe linéaire, on a*

$$\tau = k + \frac{r^2}{k},$$

les différentes lettres ayant la signification indiquée plus haut.

» IV. En rapprochant ce dernier théorème du second énoncé du n° II, on démontre aisément que :

» *Si les tangentes d'une courbe appartiennent à un complexe* (K), *le rayon de torsion* τ, *en un point quelconque de cette courbe, est donné par la formule*

$$\tau = k + \frac{r^2}{k},$$

k désignant le paramètre du complexe tangent relatif à la tangente en M *à la courbe, et r la distance du point* M *à l'axe central de ce complexe.*

» V. Des théorèmes n°s II et IV, on conclut que, si les tangentes d'une

---

(¹) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*; 1876.

courbe font partie d'un complexe quelconque, le plan osculateur et la torsion, en un point de cette courbe, ne dépendent que du complexe tangent relatif à la tangente à la courbe au point considéré. Par conséquent,

» *Si deux courbes, qui se touchent en un point, appartiennent par leurs tangentes à un même complexe* (K), *elles ont, en ce point, même plan osculateur et même torsion.*

» VI. On peut démontrer bien simplement la proposition suivante, qui ne nous semble pas avoir été remarquée :

» *Toute courbe tétraédrale symétrique appartient par ses tangentes à un complexe tétraédral qui admet pour tétraèdre fondamental le tétraèdre de symétrie.*

» VII. Nous possédons maintenant tous les éléments nécessaires à la démonstration de la propriété des courbes tétraédrales énoncée au n° I.

» Il suit du théorème du n° VI que les tangentes de la courbe tétraédrale (T) font partie d'un complexe tétraédral (K) dont le tétraèdre fondamental est le tétraèdre de symétrie (S). Mais ce tétraèdre (S) est inscrit à la cubique gauche (C); par suite, en vertu d'un théorème bien connu, il existe un complexe tétraédral (K') admettant le tétraèdre (S) comme tétraèdre fondamental et renfermant les tangentes de la ligne (C). Les deux complexes (K) et (K') ont donc même tétraèdre fondamental; de plus, ils possèdent un élément commun, la tangente en M aux courbes (T) et (C); donc ils coïncident. Les courbes (T) et (C) appartenant par leurs tangentes à un même complexe, nous pouvons leur appliquer le théorème du n° V. Ces deux courbes ont donc, au point M, même plan osculateur : c'est la première partie du théorème de M. Jamet; en outre, elles ont, au point M, des torsions égales : c'est la propriété que nous nous proposions d'établir.

» VIII. Il suit clairement des considérations précédentes que les deux propriétés que nous venons de démontrer relativement aux courbes tétraédrales appartiennent à toutes les courbes dont les tangentes font partie d'un complexe tétraédral, et notamment aux courbes définies par les équations

$$x^m y^n z^p t^q = \alpha, \qquad x^{m'} y^{n'} z^{p'} t^{q'} = \beta. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur la loi de Stokes. Sa vérification et son interprétation.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Lippmann.

« M. Stokes a énoncé cette loi que « les rayons émis par une substance fluorescente ont toujours une réfrangibilité moindre que celle des rayons excitateurs ». En d'autres termes, les ondulations, qui subissent dans ce curieux phénomène une véritable transmutation, peuvent devenir plus longues et jamais plus courtes. Cette loi a été attaquée par M. Lommel, mais elle a été vérifiée par MM. Hagenbach, Edm. Becquerel et Lamansky. Les expériences de ce dernier savant paraissent absolument concluantes ([1]).

» Un dispositif nouveau permet d'arriver à la même conclusion. Un spectroscope ordinaire, ou mieux un instrument tout en quartz, donne un spectre réel qu'on reçoit sur la cuve de quartz d'un oculaire de Soret : celle-ci contient la substance à étudier. Le spectre n'est pas considéré par transparence, mais son image est projetée par une lentille transversalement sur la fente d'un second spectroscope. On voit dans celui-ci, avec une netteté parfaite, le spectre diagonal de l'expérience classique de Stokes; aucun rayon, même avec le rouge de Magdala, ne franchit la limite théorique.

» On peut, semble-t-il, rattacher la loi, ainsi vérifiée, au second principe de la Théorie mécanique de la chaleur, et cela de la façon suivante. Les substances fluorescentes proprement dites, celles qui ne s'altèrent pas, donnent le moyen de changer indéfiniment de la chaleur rayonnante d'une certaine longueur d'onde en chaleur rayonnante d'une autre longueur d'onde. Sans la loi de Stokes, on pourrait, avec des corps convenablement choisis, transmuter de la lumière jaune en telle lumière que l'on voudrait, par exemple en lumière violette. Or celle-ci, qui n'apparaît dans le spectre qu'à une température beaucoup plus haute que la lumière jaune, peut effectuer, grâce à son origine même, des réactions chimiques, qui ont besoin pour se produire du concours d'une source de chaleur à température élevée. Cette loi, énoncée par M. Pellat ([2]), serait mise en défaut par le phénomène de la fluorescence, si les rayons, par leur transmutation, pouvaient gagner en

---

([1]) *Journal de Physique*, t. VIII, p. 367.

([2]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 34.

réfrangibilité. La loi de Stokes, selon laquelle ces rayons ne peuvent au contraire que perdre en réfrangibilité, est donc une conséquence de celle qui veut que la chaleur ne puisse passer d'elle-même d'un corps froid sur un corps chaud. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution du pyrogallol.* Note de M. DE **FORCRAND**.

« Jusqu'ici la constitution des divers isomères du pyrogallol n'a pas été établie sur des bases bien positives.

» Pendant longtemps, on n'a pas su quelles positions attribuer aux trois OH du pyrogallol : il devait en être ainsi tant que ce triphénol était seul bien connu. La phloroglucine dérivant de la résorcine par fusion avec la potasse, on a été conduit à l'écrire (1, 3, 5), bien qu'il n'y ait aucune bonne raison de ne pas admettre (1, 2, 3), car on ne sait pas dans quelle position se fait la nouvelle substitution. Partant de ce fait, le pyrogallol devait être (1, 2, 3) ou bien (1, 2, 4).

» Quant au choix à faire entre ces deux dernières formules, il règne une certaine confusion dans les divers Ouvrages classiques, les uns préférant la première, les autres la seconde. En général, cependant, les plus récents adoptent (1, 2, 3).

» La raison de cette différence paraît être l'étude de l'oxyhydroquinone obtenue par oxydation de l'hydroquinone au moyen de la potasse; on admet que les deux OH primitifs de l'hydroquinone subsistent en positions 1 et 4, et la troisième substitution ne peut être qu'en 2 ou 3; la constitution de l'oxyhydroquinone serait donc (1, 2, 4). Dès lors, et par exclusion, celle du pyrogallol ne peut être que (1, 2, 3).

» Remarquons cependant que ces raisonnements ne sont pas inattaquables; tandis que l'action de la potasse sur l'hydroquinone donne un OH nouveau qui vient se placer à côté d'un des deux autres préexistants, la même réaction faite sur la résorcine fournirait un troisième OH séparé des deux premiers et en position 5.

» On a vu cependant, dans les expériences de neutralisation publiées par MM. Berthelot et Werner [1], une confirmation de la formule (1, 2, 3) du pyrogallol. En effet, ces savants ont trouvé, pour la neutralisation par

---

[1] *Comptes rendus*, t. C, p. 587.

la soude étendue, les trois nombres successifs

$$+6^{Cal},40, \quad +6^{Cal},38 \quad \text{et} \quad +1^{Cal},02;$$

la dernière fonction paraît plus faible que les autres, comme il arrive pour la pyrocatéchine (+ 6,26 et + 1,40), tandis que la résorcine fournit + 8,22 et + 7,36, et l'hydroquinone + 8,00 et + 6,36. En outre, la valeur moyenne du pyrogallol est $+4^{Cal},60$, plus faible que celle de la phloroglucine (+ 6,09), de même que la pyrocatéchine est aussi moins acide (valeur moyenne + 3,83) que ses deux isomères (+ 7,79). On en déduit que les fonctions du pyrogallol doivent être contiguës (1, 2, 3), comme celles de la pyrocatéchine.

» Mais on peut objecter à ces arguments d'abord que la phloroglucine (+ 8,35 + 8,38 et + 1,53) indique une diminution apparente presque aussi marquée que le pyrogallol pour la troisième fonction. D'autre part, la comparaison des valeurs des fonctions en dissolutions étendues est toujours très incertaine. J'ai montré récemment que, des trois diphénols isomères, la pyrocatéchine, qui donne la valeur moyenne la plus faible, en présence de l'eau, est au contraire le plus acide pour les réactions rapportées aux corps solides. Dans les dissolutions, l'affinité des corps pour l'eau intervient très inégalement; pour les acides très faibles, comme le sont les phénols, elle peut masquer non seulement la valeur mais le sens même des différences à mesurer.

» On voit donc que la question de la constitution d'un pyrogallol est encore fort obscure, même en ne tenant pas compte des *glucines* de M. Gautier.

» Les résultats que m'a fournis l'étude des trois pyrogallols sodés, préparés à l'état solide [1], m'ont permis d'apporter de nouveaux arguments en faveur de la constitution (1, 2, 3) du pyrogallol.

» J'ai montré, en effet, que la valeur totale des trois fonctions est exprimée par le nombre $+116^{Cal},09$, ce qui donne pour la valeur moyenne + 38,70. Les valeurs apparentes successives sont *à peu près*

$$+41,34, \quad +39,09, \quad \text{et} \quad +35,66.$$

» Il semble tout d'abord que la valeur moyenne + 38,70 devrait faire rapprocher le pyrogallol de la résorcine (1, 3) qui donne + 38,60, tandis que la pyrocatéchine (1, 2) et l'hydroquinone (1, 4) fournissent + 39,02

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 46.

et + 37,36. Il en résulterait que la constitution du pyrogallol serait (1, 3, 5), c'est-à-dire celle que l'on attribue ordinairement à la phloroglucine. Cependant j'ai montré que ce qui caractérise surtout la résorcine, c'est-à-dire la position *méta*, c'est moins la valeur moyenne + 38,60, à peine différente de +39,00, que ce fait que les deux fonctions successives ont très sensiblement la même valeur + 38,70 et + 38,50; en d'autres termes, il ne se forme pas de combinaison intramoléculaire au moment de la première substitution sodique, sans doute à cause de la séparation des deux OH par CH. Le pyrogallol se comporte tout autrement : les trois fonctions ont des valeurs apparentes nettement décroissantes.

» Cette remarque doit faire écarter absolument l'hypothèse de la constitution (1, 3, 5).

» La notation (1, 2, 4) ne convient pas non plus au pyrogallol. Elle comporte, en effet, l'existence de deux OH en 1 et 4. Or l'hydroquinone nous montre que, dans ce cas, ces deux fonctions sont non seulement inégales, comme il arrive pour 41,34 et 35,66, mais de valeur moyenne (+ 37,36) beaucoup plus faible que celle de la fonction phénol ordinaire, + 39,0 environ.

» Or ici la valeur moyenne des deux fonctions extrêmes : + 41,34 et + 35,66 est + 38,50, nombre bien plus élevé que + 37,36 et qui au contraire se rapproche beaucoup de + 38,60, valeur moyenne de la résorcine. On doit donc admettre que les deux fonctions extrêmes sont en 1 et 3. Quant à la fonction intermédiaire 2, elle apparaît et doit en effet apparaître avec sa valeur réelle + 39,09; non pas qu'elle ne puisse former de combinaison intramoléculaire, mais parce que, pour entrer en réaction, elle doit se dégager d'une première combinaison pour en former une autre avec la dernière fonction immédiatement après; le résultat thermique observé doit donc être sensiblement le même que pour le phénol ordinaire monoatomique (+ 39,10).

» Le pyrogallol est donc à fonctions contiguës : (1, 2, 3).

» Ces faits démontrent, une fois de plus, l'importance des recherches thermiques au point de vue de la discussion des isomères aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cascarine*. Note de M. **Leprince**, transmise par M. Friedel.

« Au cours de mes recherches sur l'écorce du *Rhamnus Prushiana*, appelé par les Espagnols *Cascara sagrada*, recherches entreprises principalement

en vue de l'étude de l'alcaloïde signalé par le Dr R.-G. Eccles (¹) qui l'a appelé *rhamnine*, j'ai été amené à isoler un corps nouveau, qui paraît être le principe actif de cette plante (²), et pour lequel je propose le nom de *cascarine*.

» *Extraction.* — On épuise l'écorce de *Cascara sagrada* (*Rhamnus Prushiana*), grossièrement pulvérisée et desséchée, par de l'eau distillée bouillante contenant 20gr de carbonate de soude. On neutralise la liqueur obtenue, par l'acide sulfurique : il se produit un abondant dépôt, que l'on sépare par filtration.

» La liqueur filtrée est évaporée à une douce chaleur, ou mieux dans le vide. Pendant l'évaporation, il se forme un dépôt : on le redissout dans de l'eau alcalinisée bouillante et l'on précipite à nouveau par l'acide sulfurique. Le produit provenant de l'évaporation des liqueurs légèrement acides est un mélange complexe, qui contient, avec la cascarine, des produits d'oxydation et d'hydratation insolubles dans l'alcool.

» Pour isoler un principe défini, on épuise cette substance, desséchée à 50°, par l'acétone; la solution, peu colorée, est séparée, par filtration, du résidu insoluble; on l'additionne ensuite d'acide sulfurique, et, après quelques heures de contact, on verse la solution acétonique dans une grande quantité d'eau chaude.

» Après vingt-quatre heures de repos, il se rassemble au fond du vase un dépôt brun-verdâtre; on le recueille sur le filtre; il est de nouveau soumis au même traitement que le précédent. Après plusieurs purifications, on obtient une substance jaune, composée d'aiguilles microscopiques.

» *Propriétés.* — La cascarine se présente sous forme d'aiguilles prismatiques d'un jaune orangé, variable suivant le degré d'hydratation. Inodore, insipide, soluble en rouge pourpre foncé dans la potasse, soluble dans les solutions alcalines avec la même coloration. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool pur, moins soluble dans le chloroforme; soluble dans l'alcool éthéré.

» Desséchée à 50°, et ensuite au-dessus de l'acide sulfurique, elle donne, à l'analyse, des nombres qui s'accordent avec la formule $\mathrm{C}^{12}\mathrm{H}^{10}\mathrm{O}^{5}$.

» *Action de la chaleur.* — Soumise à l'action de la chaleur, la cascarine brunit vers 200° et fond en se décomposant à 300° et laissant un résidu charbonneux.

» *Action de la potasse.* — On fond à une douce chaleur 1 partie de cascarine et 10 parties de potasse. Après refroidissement, on épuise par l'eau, et la solution aqueuse acidulée par l'acide sulfurique est agitée avec l'éther. Par évaporation de ce dernier, on obtient une substance blanche et cristallisée qui donne les réactions de la phloroglucine.

(¹) *The Druggist circular*, mars 1888, page 54.

(²) Dr Laffond, *Cascarine* (imprimerie Nelzès. Paris, 1892).

» Des recherches précédentes, il ressort que la cascarine est une substance ternaire appartenant à la série aromatique, puisque, par fusion avec la potasse, elle donne un phénol, et contenant au moins une fonction phénolique libre.

» La cascarine est-elle identique avec la rhamnétine de M. Schützenberger ([1]), obtenue par le dédoublement d'un glucoside complexe, récemment étudié par M. Libermann ([2]), ou bien simplement isomérique? C'est ce qu'une étude plus approfondie démontrera.

» Il reste acquis ce point intéressant : que deux végétaux de la même famille, le *Rhammus* et la *Cascara*, se rapprochent non seulement par les caractères botaniques, mais aussi par les principes immédiats que l'on peut en extraire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les eaux ferrugineuses.* Note de M. F. **Parmentier**. (Extrait.)

« A la dernière Communication de M. J. Riban (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 185), je crois devoir répondre que mes résultats se rapportent à des eaux authentiques; ils sont d'accord avec ceux qui ont été publiés par les chimistes les plus autorisés en la matière. Je n'ai pas l'intention d'engager une polémique sur des données qui peuvent se rapporter à des eaux fabriquées de toutes pièces. »

PHYSIOLOGIE. — *Examen physiologique de quatre vélocipédistes après une course de* 397^{km}. Note de MM. **Chibret** et **Huguet**, présentée par M. Bouchard.

« Les résultats de nos observations, consignés dans le Tableau ci-joint, conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° La température prise entre les cuisses, à leur naissance, est plutôt au-dessous qu'au-dessus de la normale.

» 2° Le coefficient d'utilisation de l'azote urinaire varie en raison inverse du degré de fatigue.

([1]) *Bulletin de la Société chimique;* 1868.

([2]) *Liebig's Annalen Chem.*, t. VI et CVI.

» 3° Ce coefficient est un peu inférieur à la normale pour un individu non fatigué par la course.

» 4° La fatigue est liée au gaspillage de l'azote, fait déjà affirmé par l'un de nous.

» 5° Sur les quatre sujets examinés, les deux premiers arrivés avaient usé de kola, les deux derniers s'en étaient abstenu.

» 6° Le premier arrivé a dû probablement son succès à l'énergie anglo-saxonne, aidée par l'alcool et la kola; car son jeune âge et son extrême fatigue ne le désignaient pas comme le vainqueur d'une course de fond de dix-sept heures, avec un train de marche de plus de 22^{km} à l'heure.

Course Michelin, de Paris à Clermont-Ferrand (397^{km}), *effectuée du* 1er *au* 2 *juin* 1892.
Départ $3^h 30^m$ *du soir.*

Nom du coureur	F.	C.	R.	M.
Age	18 ans.	28 ans.	25 ans.	23 ans.
Type et origine, profession	Anglais, blond, amateur.	Français, brun, professionnel.	Français, blond, amateur.	Français, brun, amateur.
Train de course à l'heure	22^{km},802.	22^{km},055.	21^{km},957.	19^{km},790
Alimentation durant la course	Beaucoup d'alcool, champagne, bouillon, solution de *kola*.	Bouillon, thé, *kola*.	Bouillon, café, *pas de kola*.	Œufs, vin vieux, madère, limonade, bouillon, café, *pas de kola*.
Degré de fatigue	Fatigue extrême depuis plusieurs heures.	Non fatigué, cause et rit. Plaie contuse du coude par chute.	Non fatigué, cause, rit.	Peu fatigué, mais inquiet, veines de la face turgides et flexueuses.
Pouls	84	60	96	116
Température	36°,9	36°,8	36°,0	»
Urée par litre (procédé Huguet)	18^{gr},600	31^{gr},266	23^{gr},430	23^{gr},532
Urée calculée en azote	8^{gr},566	14^{gr},570	10^{gr},918	10^{gr},985
Azote total (procédé de Kjeldahl)	14^{gr},700	19^{gr},090	14^{gr},560	15^{gr},960
Coefficient d'utilisation de l'azote urinaire	58,27 pour 100	76,32 pour 100	75,00 pour 100	68,80 pour 100

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés des vapeurs du formol ou aldéhyde formique.* Note de MM. F. **Berlioz** et A. **Trillat**, présentée par M. Bouchard.

« Dans différentes Notes, présentées à la Société de Thérapeutique (janvier 1892) et à l'Académie des Sciences (juin 1892), nous avons attiré l'attention sur les propriétés antiseptiques de l'aldéhyde formique ou formol. Dans nos précédentes expériences, nous avions opéré avec les solutions aqueuses de formol; nous nous proposons d'exposer les résultats que nous avons obtenus avec les vapeurs de formol.

» Ces vapeurs sont très rapidement absorbées par les tissus animaux.

» Dans un tube allongé, nous plaçons des déchets de viande fraîche, et nous le faisons traverser par un courant d'air ayant barbotté dans une solution de formol à 5 pour 100. Ce courant d'air est recueilli à l'autre extrémité du tube dans un récipient contenant soit une solution ammoniacale de nitrate d'argent, soit de l'eau d'aniline. (Ce dernier réactif est très sensible pour indiquer la présence du formol.) On fait passer le courant d'air pendant dix minutes dans le tube, et l'on constate que les réactifs ne donnent aucun trouble ni précipité caractérisant la présence de l'aldéhyde formique.

» Une autre expérience consiste à suspendre des morceaux de viande dans un flacon contenant une solution de formol : les vapeurs sont rapidement absorbées.

» L'action antiseptique des vapeurs de formol est démontrée par les expériences suivantes :

» Sous une cloche d'une contenance de 10^{lit}, nous avons placé divers bouillons stérilisés et ensemencés par les microbes du jus de viande en décomposition; sous cette cloche, nous avions disposé un petit récipient contenant 5^{cc} de solution de formol à 10 pour 100. Les faibles vapeurs qui se dégagaient de cette solution ont suffi pour empêcher le développement des bactéries.

» Nous avons obtenu les mêmes résultats, en ensemençant les bouillons avec les bacilles des eaux d'égout et le *bacillus anthracis*.

» Des bouillons ensemencés dé bacille d'Eberth et de coli-bacille, placés à l'étuve sous une cloche renfermant une solution de formol à 40 pour 100, restent clairs.

» On peut observer la même action avec les organismes inférieurs : le liquide Raulin, en présence de faibles vapeurs de formol, devient rebelle aux cultures de l'*aspergillus niger* et des *penicillium*.

» L'action antifermentescible se manifeste d'une manière remarquable : nous avions déjà signalé cette action sur le lait.

» Des échantillons de moût de bière, abandonnés aux ferments lactique et butyrique, séparément ou simultanément, sous une cloche contenant 10^{cc} d'une solution de formol à 10 pour 100, ne subissent aucune altération après quatre ou cinq jours : l'acidité totale des échantillons de moût est restée sensiblement la même.

» *Action microbicide*. — Un flacon de bouillon peuplé de bacilles d'Eberth est placé sous une cloche renfermant une solution de formol à 40 pour 100. Au bout d'une demi-heure, une parcelle de culture est prélevée avec l'anse de platine et transportée dans du bouillon nutritif. Ce bouillon est resté infertile.

» Nous avons employé un autre dispositif, pour mettre plus en évidence l'action microbicide. Des morceaux de toile de 1^{cq} sont imbibés de culture de bacille d'Eberth et de bactéridie charbonneuse sporulée. On les suspend dans un flacon dans lequel on fait arriver un courant d'air qui a traversé une solution de formol à 5 pour 100. Toutes les cinq minutes, on retire un morceau de toile et on le transporte dans du bouillon placé à l'étuve. La bactéridie charbonneuse est tuée après vingt minutes, le bacille d'Eberth après vingt-cinq minutes d'exposition à ce courant d'air.

» Si le courant d'air traverse une solution de formol à 2^{gr},50 pour 100, le bacille d'Eberth n'est pas tué au bout d'une heure.

» Si l'on remplace la solution de formol par une solution d'essence de canelle de Ceylan, ou de créosote à 5 pour 100, le bacille d'Eberth n'est pas tué après une heure d'exposition. Les vapeurs de formol sont donc bien plus énergiques que l'essence de canelle et la créosote, qui sont réputées comme très antiseptiques.

» Nous avons expérimenté, dans les mêmes conditions, sur un morceau de toile imprégné de culture d'Eberth, puis desséché. Après dix minutes d'exposition au courant d'air traversant la solution de formol à 5 pour 100, le morceau de toile a été ensemencé dans du bouillon. Ce bouillon est resté clair. Un morceau de toile témoin a donné le lendemain une abondante culture.

» Enfin, on peut stériliser le pharynx et les amygdales en respirant, pendant une demi-heure, le courant d'air barbottant dans la solution de formol à 5 pour 100.

» Ces expériences, et surtout la dernière, démontrent que les vapeurs de formol pourront rendre des services dans les maladies infectieuses de la gorge et des voies respiratoires.

» L'un de nous a commencé et poursuit des études sur les applications cliniques du formol à l'antisepsie des voies respiratoires.

» *Action toxique*. — Nous avons déjà fixé le pouvoir toxique des solutions de formol par injections sous-cutanées et intra-veineuses. En injection sous-cutanée chez le cobaye, les doses de 0^{gr},53 et 0^{gr},66 par kilogramme

ne sont pas mortelles; la dose de $0^{gr},80$ l'est assez rapidement. En injection intra-veineuse, la dose mortelle est de $0^{gr},07$ par kilogramme pour le chien, et de $0^{gr},09$ par kilogramme pour le lapin. Les vapeurs de formol ne deviennent toxiques que lorsqu'elles sont respirées en grande quantité pendant plusieurs heures.

» Un cobaye, exposé dans une caisse aux vapeurs se dégageant d'une solution de formol à 40 pour 100, est mort en trois jours. Un second cobaye, exposé seize heures par jour au courant d'air traversant la solution de formol à 5 pour 100, est mort pareillement au bout de trois jours.

» Conclusions. — 1° Les vapeurs de formol se diffusent rapidement dans les tissus animaux, qu'ils rendent imputrescibles;

» 2° Elles s'opposent, même en très faibles proportions, au développement des bactéries et des organismes;

» 3° Elles stérilisent en quelques minutes les substances imprégnées de bacilles d'Eberth et de charbon;

» 4° Les vapeurs ne sont toxiques que lorsqu'on les respire pendant plusieurs heures et en grande quantité. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Greffe sous-cutanée du pancréas : son importance dans l'étude du diabète pancréatique.* Note de M. **E. Hédon**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Depuis plus d'un an, je cherche à greffer le pancréas sous la peau, afin d'établir sur une base solide la théorie qui attribue au pancréas une fonction analogue à celle des glandes vasculaires sanguines. En transplantant simplement un fragment de la glande dans le tissu cellulaire sous-cutané, jamais je n'ai vu prendre la greffe. Mais, par le procédé suivant, que j'emploie depuis le mois de mars 1892, la greffe sous-cutanée du pancréas réussit constamment.

» Le pancréas du chien est formé de deux portions réunies entre elles de manière à figurer une équerre dont une des branches constitue la portion duodénale descendante de la glande. Elle est située dans le mésentère et reçoit par son extrémité libre des vaisseaux nourriciers importants. Il est facile de séparer par une ligature cette portion du reste de la glande et de détruire par déchirure ses connexions avec le mésentère. On a soin de respecter dans cette opération les deux vaisseaux, artère et veine, qui nourrissent cette portion de glande. On peut alors attirer complètement en dehors de l'abdomen, entre les lèvres de l'incision faite sur la ligne blanche, le frag-

ment de glande ainsi mobilisé, grâce à la longueur du pédicule vasculaire. En décollant la peau à côté de l'incision abdominale, on fait une loge dans laquelle on introduit, en la repliant, cette portion de glande qui est longue de 5^{cm} à 10^{cm}. On la fixe par quelques sutures au catgut et l'on fait passer le pédicule vasculaire par l'angle inférieur de la plaie, en ayant soin qu'il ne soit pas comprimé par les lèvres de l'incision lorsqu'on ferme la plaie par les sutures ordinaires. Quand la plaie est fermée, il y a donc un fragment de pancréas situé sous la peau et qui reçoit encore par ses vaisseaux propres des éléments de nutrition. On a ainsi créé une *ectopie* du pancréas. Mais plus tard, c'est bien une véritable greffe qui se trouve constituée; car, lorsque la plaie est cicatrisée, le fragment de glande devenu sous-cutané ne communique plus avec la cavité abdominale que par deux vaisseaux très grêles (artère et veine) passant à travers le tissu de cicatrice de la plaie. On peut alors lier ces vaisseaux sans compromettre la vitalité de la glande, parce que des vaisseaux de nouvelle formation ont pénétré dans cet organe. Toutefois cela n'est pas constant et, dans quelques cas, j'ai vu la greffe s'atrophier après la ligature du pédicule vasculaire venant de la cavité abdominale.

» Dans les premiers jours après l'établissement de la greffe, par suite de la rétention dans les canaux glandulaires du suc pancréatique qui continue à être sécrété, le fragment de glande devient très volumineux et forme une grosse tumeur sous la peau. Lorsque la ligature posée au niveau de la section de la glande est tombée, il y a excrétion du suc pancréatique, et, si ce sucre se déverse dans le tissu cellulaire sous-cutané, un phlegmon très étendu en est la conséquence. Pour éviter cet accident il faut avoir soin, en logeant le fragment glandulaire sous la peau décollée, de fixer la coupe du pancréas au niveau des lèvres de l'incision abdominale.

» Lorsque l'inflammation est passée, la greffe constitue une tumeur dure de la grosseur d'un œuf de poule, soulevant la peau à côté de la ligne blanche abdominale. La plaie cicatrise vite, sauf une petite portion fistuleuse qui déverse pendant longtemps un liquide que je suppose être du suc pancréatique altéré. A la longue cette fistule elle-même se ferme, l'excrétion se tarit, et cependant, malgré l'*absence complète de sécrétion externe,* la glande greffée ne diminue plus de volume et conserve complètement sa structure : canaux excréteurs libres recouverts de leur épithélium, acini absolument normaux; on ne peut noter d'anormal qu'un épaississement des grosses travées connectives. Mais les acini glandulaires n'en souffrent nullement; ils ne sont pas comprimés.

» Voici maintenant le résultat remarquable que donne la greffe sous-cutanée du pancréas, ainsi pratiquée, au point de vue de la théorie du diabète d'origine pancréatique.

» 1° *Si à un chien porteur d'une greffe on extirpe tout le pancréas qui reste dans l'abdomen, il ne se produit pas de glycosurie.*

» 2° *L'extirpation de la greffe, faite sans anesthésie, en quelques minutes, comme on enlève une tumeur, est suivie d'une glycosurie très intense, qui se développe en quelques heures et persiste jusqu'à la mort de l'animal.*

» Il va sans dire que, pour que le phénomène soit d'une grande net-

teté, il est indispensable que l'extirpation du pancréas intra-abdominal ait été *rigoureusement totale*.

» Voici, par exemple, une expérience de ce genre :

» *Premier temps.* — Chien de 16^{kg}. On lui greffe, sous la peau du ventre, la portion descendante de son pancréas, par le procédé décrit plus haut. Au bout de vingt jours, la plaie est complètement cicatrisée, et la greffe forme une tumeur dure sous la peau, à gauche de la ligne blanche.

» *Deuxième temps.* — Par une incision dans le flanc droit, on extirpe tout le pancréas intra-abdominal. Dans les deux jours qui suivent, on recueille 800^{cc} d'urine contenant une faible quantité de sucre (4 pour 100). Cette glycosurie n'a aucune importance après un traumatisme tel que celui que l'on provoque par l'extirpation du pancréas. Elle cesse, du reste, le troisième jour, et ne reparaît plus. L'animal est complètement rétabli. A partir de ce moment et pendant toute la durée de l'observation, il reçoit chaque jour, en deux repas, 800^{gr} de tripes. On récolte tous les jours l'urine des vingt-quatre heures; elle varie en quantité de 300^{cc} à 600^{cc} et est absolument dépourvue de sucre.

» *Troisième temps.* — Le dixième jour, à 3^{h} de l'après-midi, on extirpe la greffe. Cette opération est faite sans anesthésie, par simple énucléation; le fragment de glande est très bien vascularisé. Il n'est pourtant pas nécessaire de faire des ligatures de vaisseaux. On arrête l'hémorragie en maintenant pendant quelques instants une éponge dans la plaie. La greffe (du poids de 7^{gr}) présente la structure glandulaire normale. Le lendemain matin, à 10^{h}, on recueille 1200^{cc} d'urine renfermant 36^{gr} de sucre, et les jours suivants et pour les vingt-quatre heures, on a :

		Sucre.
1200^{cc} d'urine contenant	....	66^{gr}
1530 Id.	....	85
1350 Id.	....	67
1600 Id.	....	88
1200 Id.	....	67

» Un diabète d'une intensité extraordinaire (polyurie et glycosurie) avait donc succédé à l'ablation de la greffe, puisqu'en six jours l'animal avait excrété l'énorme quantité de 409^{gr} de sucre; aussi, au bout de ce temps, il était épuisé par la cachexie. Il fut alors sacrifié pour une autre expérience.

» Ces expériences de greffe prouvent, d'une façon irréfutable, que le pancréas fonctionne comme glande vasculaire sanguine. »

ZOOLOGIE. — *Sur les mœurs du* Clinus argentatus *Cuv. et Val.* (1).
Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le genre *Clinus*, qui fait partie de la famille des Blenniidés, comprend un certain nombre d'espèces des mers australes et tropicales, qui passent toutes pour être vivipares, quoique le fait ne paraisse avoir été constaté que pour quelques-unes d'entre elles. J'ai étudié à ce point de vue le *C. argentatus,* que l'on trouve dans toute la Méditerranée, au cap de Bonne-Espérance et en Australie, et j'ai pu me convaincre que cette espèce est ovipare.

» Le mâle a une papille génitale tronconique extrêmement courte; la femelle en est complètement dépourvue; malgré cela, il est fort difficile de distinguer les sexes sur le vivant par l'examen des orifices sexuels. Heureusement les différences de coloration permettent presque toujours d'atteindre ce but; mais je ne puis aborder ici cette question.

» Grâce à l'excellente installation de l'aquarium du laboratoire Arago, j'ai réussi à faire vivre les *Clinus* en captivité. Pour cela, je les plaçais dans un bac à courant constant, avec quelques touffes de *Cystoseira* (dans lesquelles ils vivent à l'état de liberté) fixées sur des fragments de roche. Ils aiment à se cacher dans ces algues, parmi les branches desquelles ils s'insinuent en imprimant à leur corps de lentes ondulations et en se servant de leurs nageoires comme de véritables bras.

» Quand une femelle se dispose à pondre, elle pénètre parmi les branches d'un rameau d'algue touffu; là elle se met à frétiller sur place pendant quelques secondes, s'arrête, puis recommence quelques secondes après, pour s'arrêter de nouveau, et ainsi de suite. Après un quart d'heure ou vingt minutes d'efforts ainsi réitérés, les premiers œufs apparaissent à l'extérieur; la femelle continue à répéter les mêmes efforts jusqu'à expulsion complète des œufs mûrs renfermés dans ses ovaires, ce qui demande environ une demi-heure. S'il n'y a pas de mâle dans le bac, la femelle achève quand même sa ponte, mais ses œufs ne se développent pas; si un mâle se trouve dans le voisinage, il arrive dès que la femelle commence à s'agiter dans l'algue et entre dans une très grande surexcitation. Tant que l'expulsion des œufs n'est pas commencée, il tourne autour de la

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers, à Banyuls (P.-O.) en mai et juin 1892.

femelle, s'insinue dans l'algue pour la quitter aussitôt, et chasse en les mordant cruellement les indiscrets qui tentent de s'approcher. En même temps, toutes les parties noires de son corps, surtout sa tête, deviennent extrêmement foncées, et il est constamment agité de tremblements convulsifs, répétés à intervalles très rapprochés.

» Dès que les premiers œufs sont expulsés, le mâle se fraye un passage au travers de l'algue, parvient à atteindre la femelle et bientôt s'agite de la même façon qu'elle. Ces mouvements accompagnent l'éjaculation; c'est donc à ce moment qu'a lieu la fécondation. Souvent le mâle reste auprès de la femelle pendant la ponte et féconde les œufs à mesure qu'ils sont pondus; mais il arrive aussi qu'il continue à tourner autour de l'algue, chassant les intrus, et pénétrant seulement de temps en temps auprès de la femelle pour accomplir son rôle. La ponte terminée, la femelle s'enfuit pour ne plus revenir; le mâle reste gardien des œufs qu'il a fécondés.

» La masse des œufs pondus est solidement fixée aux branches de l'algue, grâce à une particularité de structure que j'expliquerai plus loin. Le mâle pratique souvent un canal au travers de la masse que forment ses œufs; installé au milieu de sa progéniture, il agite à chaque instant sa queue, de manière à créer dans l'eau des courants qui en assurent le renouvellement. Il poursuit tous les *Clinus* mâles ou femelles qui passent à proximité de son nid et les mord avec acharnement s'ils ne s'écartent pas assez loin. Mais, lorsque s'approche une femelle cherchant à pondre, il est tout disposé à la recevoir. Il n'est même pas rare de le voir provoquer les femelles gravides et les inviter à venir déposer leurs œufs à côté de ceux qu'il garde déjà. Pour cela, il s'élance vers la femelle convoitée et la choque du bout de son museau pour retourner ensuite à sa progéniture. Si la femelle se laisse tenter, elle grimpe dans l'algue, se place généralement dans le canal percé au milieu des œufs, la face ventrale tournée vers le haut, et les choses se passent exactement comme je l'ai dit plus haut.

» Il est à remarquer que les femelles vont de préférence déposer leurs œufs là où l'une d'elles a déjà pondu. J'ai vu un mâle féconder et garder ainsi jusqu'à sept pontes déposées au même endroit, à plusieurs jours d'intervalle, par des femelles différentes. Comme les mâles sont plus rares que les femelles, le même fait doit se présenter souvent chez les animaux vivant à l'état de liberté, d'autant plus que chaque femelle pond plusieurs fois pendant la saison d'activité sexuelle.

» Si l'on chasse un mâle gardien de ses œufs, et qu'on transporte son nid à l'autre extrémité du bac, au bout de quelques minutes il est rentré

en possession de son bien. Si, pour le tromper, on dépose exactement à la place où était son nid une algue ne renfermant pas d'œufs, il va d'abord en prendre possession ; mais, s'apercevant bientôt de l'absence de son nid, il la quitte et ne tarde pas à retrouver sa famille. Un mâle étant sous sa ponte, si l'on déplace l'algue qui le renferme et qu'avant qu'il n'ait bougé on lui substitue une autre algue sans ponte, il la quitte bientôt et cherche ses œufs qu'il ne tarde pas à retrouver.

» La coque de l'œuf (*zona radiata*) du *Clinus argentatus* porte un grand nombre de filaments fixés sur une calotte peu étendue dont le micropyle occupe le centre. Ces filaments sont bifurqués tout près de leur point d'insertion et leurs très longues branches disposées en faisceaux onduleux, aplatis, régulièrement enroulés autour de l'œuf ovarien mûr, de manière à lui former comme une seconde *zona radiata*. Au moment de la ponte, les faisceaux se déroulent et l'ensemble des filaments qui les constituent forment à l'œuf une longue chevelure, dont les brins extrêmement fins, gluants et élastiques, se collent avec ceux des autres œufs et s'enchevêtrent d'une manière inextricable parmi les branches de l'algue dans laquelle la ponte est déposée, de sorte qu'il est absolument impossible d'extraire une de ces pontes sans couper et les filaments qui la fixent et les nombreuses branches auxquelles ceux-ci sont fixés.

» Ayant un jour laissé, à quelque distance d'un nid gardé par un mâle, une ponte qu'une femelle avait déposée, faute d'algue, sur le fond du bac, je fus très étonné de la retrouver dans l'algue, à côté du nid du mâle. Je la retirai avec précaution ; je la plaçai sur le fond, à proximité du mâle, et j'attendis. Au bout de quelques instants, je vis ce dernier quitter son nid, saisir la ponte dans sa bouche par l'une de ses extrémités, se mettre à traverser rapidement l'algue en tous sens et venir enfin reprendre sa garde, laissant la ponte fixée aux branches de la plante par les nombreux filaments gluants dont j'ai parlé plus haut. J'ai recommencé plusieurs fois cette expérience, et toujours j'ai obtenu le même résultat. »

M. **Émile Blanchard**, au sujet de la Note qui précède, présente les remarques suivantes :

« Les espèces du genre Épinoche qui abondent dans les eaux douces, ainsi qu'une espèce marine, de beaucoup plus grande taille [*Gasterosteus spinachia* (voir *History of the fishes of British Islands*, by Cough)], ont des mœurs bien analogues à celles du Poisson dont les habitudes viennent d'être étudiées.

» En effet, l'Épinoche mâle construit un nid plus ou moins en forme de manchon; le travail exécuté, il se met en quête de femelles en état de gestation et les pousse vers le nid. Celles-ci pénètrent successivement dans le petit édifice, où elles déposent leurs œufs. Lorsque cinq ou six femelles ont effectué leur ponte, le mâle entre à son tour dans le nid, frotte son ventre sur les œufs et les féconde en répandant sa laitance.

» A partir de ce moment, le mâle demeure près du nid, le garde d'une manière constante, chassant avec une ardeur extrême les Poissons qui veulent s'approcher.

» Depuis Richard Bradley, en 1721, et Valmont de Bomare, en 1775, les études sur les Épinoches ont été très nombreuses; j'en ai donné l'historique, fort complet, je crois, dans mon Livre ayant pour titre : *Les Poissons des eaux douces de la France*. L'effet consigné dans la Note présentée par M. de Lacaze-Duthiers n'en garde pas moins le plus réel intérêt : il prouve que la nidification des Poissons est un phénomène plus général qu'on ne l'avait encore soupçonné. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une Algue permienne à structure conservée, trouvée dans le boghead d'Autun, le* Pila bibractensis. Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« **1.** Nous donnons le nom de *Pila bibractensis* à une Algue gélatineuse de l'époque permienne, dont le thalle ellipsoïde multicellulaire est immédiatement reconnaissable en coupes minces à son aspect radié. Ces thalles, isolés ou groupés en bancs d'épaisseur variable, sont empilés en couches horizontales dans le boghead d'Autun. Sur un échantillon type, nous avons compté 166 lits d'Algues dans une épaisseur de 24^{mm}. Parmi ces lits, 56 avaient de 2 à 9 rangs de thalles, 43 n'avaient qu'un seul rang, 67 étaient formés de Pilas isolés. Contrairement à ce qui arrive si souvent pour les masses gélifiées enfouies dans les mêmes conditions, la gélose des Pilas n'a pas été minéralisée par la calcite d'imprégnation; elle est passée à l'état de corps jaunes. Les détails de sa structure nous ont été conservés par la coloration de ses lamelles moyennes et de son protoplasme cellulaire par les acides bruns. Nous faisons immédiatement cette constatation de la structure cellulaire des objets pour répondre d'avance à une objection que peut faire naître le mode spécial de conservation des Pilas à l'état de corps jaunes. Ces corps ayant souvent l'aspect de sphérolithes radiés, ne pouvait-on avoir affaire à des boules de résine cristallisée?

» 2. Les thalles des Pilas sont des ellipsoïdes irréguliers, à surface bossuée ou déprimée, mesurant en moyenne, dans les échantillons houillifiés, 189 à 225 μ de long, 136 à 160 μ de large, 96 à 115 μ de haut. Le petit axe est vertical; c'est sur une de ses extrémités que le thalle repose, un peu affaissé sur cette face. Le grand axe est horizontal et souvent orienté comme le banc dont le thalle fait partie. Un thalle moyen contient 600 à 700 cellules; on en compte 117 sur la section équatoriale horizontale, 88 sur la section méridienne du grand axe ou section radiale, 71 sur la section méridienne transverse. Ces cellules sont disposées à peu près radialement, les externes plus grandes, en troncs de pyramide, nettement rayonnées, bombant parfois leurs faces externes, ce qui donne au thalle une apparence de mûre. Les cellules superficielles mesurent 15 à 18 μ de largeur sur 16 à 22 μ de hauteur. Les cellules internes, presque isodiamétriques, tant que le thalle est plein, ne mesurent que 10 à 13 μ. Dans les thalles en dissociation, les cellules internes voisines des surfaces de dissociation grandissent et tendent à devenir des troncs de pyramide. Les cellules superficielles voisines du petit axe sont très affaissées verticalement. Les cellules de la région équatoriale sont allongées horizontalement. Ces modes généraux d'écrasement sont modifiés par les conditions particulières de l'empilement en chaque point.

» 3. Dans les thalles houillifiés les cellules sont délimitées par le réseau des lamelles moyennes. Celles-ci nettement différenciées ont condensé les corps bruns. Ordinairement ce réseau est seul visible et le contenu de chaque maille cellulaire est rempli par une matière jaune, homogène, sans stries parallèles au contour. Quand la conservation est meilleure, le centre de chaque case est occupé par un trait brun allongé selon le rayon; ce caractère exclut toute idée de sphérolithe cristallin. Mais on peut voir de plus que pour chaque case ce corps brun représente la cavité cellulaire. Nous lui avons trouvé 8 μ de long sur 4 μ de large dans les cellules externes, 2 à 3 μ de large dans les cellules internes. Les parois cellulaires sont donc épaisses.

» 4. Dans les Pilas regonflés des concrétions siliceuses, nous avons pu reconnaître que les corps bruns de chaque maille sont non pas simplement une cavité cellulaire accidentellement remplie par des infiltrations ulmiques, mais le protoplasme et le noyau cellulaires teintés par les corps bruns. Dans les thalles regonflés où le protoplasme est encore adhérent à la paroi, les cellules mesuraient : grande longueur de la cellule 18 à 20 μ, diamètre de la cellule 12 à 13 μ, grande longueur du protoplasme 10 μ,

diamètre du protoplasme 3 à 4μ, longueur du noyau 4 à 5μ, diamètre du noyau 1 à 2μ. Dans les masses protoplasmiques non encore altérées mais que la silice a isolées des parois gélosiques, la grande longueur de la masse protoplasmique est 10 à 12μ, sa largeur 5 à 6μ. La grande longueur du noyau atteint 6 à 7μ; sa largeur 3 à 4μ. Les cellules des Pilas avaient donc un corps protoplasmique ovoïde, ou renflé vers l'extérieur dans les cellules superficielles, avec un gros noyau axial. Nous n'avons observé dans le protoplasme ni granulations comparables à des grains d'amidon ou à des grains chlorophylliens, ni pyrénoïdes, ni vacuoles.

» *Cependant sur les dernières photographies que nous avons obtenues, le protoplasme que nous ne voyons qu'homogène montre une réticulation très nette.* En l'absence de chromatophores différenciés, il faut admettre que la matière colorante était uniformément répartie comme dans beaucoup d'Algues bleues.

» 5. Il n'y avait pas de gelée centrale, ni entre les cellules du thalle. L'existence d'une couche gélatineuse superficielle reste douteuse. Les Pilas n'étaient pas recouverts de calcaire. La croissance des thalles n'était pas localisée. Un point de la surface pouvait croître plus vite que les autres, d'où des thalles bossués. Aux principales saillies des thalles bossués correspondent des centres de cellules en dissociation. Les thalles se dissociaient par leur région centrale. La dissociation gagnait ensuite la périphérie. Quand la dissociation est très avancée le thalle devient un sac membraneux déchiré. A part quelques différences dans le degré de dissociation, tous les Pilas d'Autun sont au même état de développement imparfait sans organes sporigènes et sans organes sexuels.

» 6. Les Pilas s'accumulaient en lits sensiblement alignés. En l'absence d'organes d'attache, ou d'un caractère bifacial accusé des thalles, il est très probable qu'il s'agit d'Algues libres et flottantes.

» 7. Les Pilas ont vécu dans les eaux brunes de l'époque permienne, au moment de la formation des schistes bitumineux supérieurs. Lors de la formation de la couche de boghead, ils ont couvert toute la surface du lac d'Autun.

» 8. M. Ed. Bornet a bien voulu nous indiquer le *Gomphosphæria aurantiaca* Bleisch., comme la forme actuelle qui s'éloigne le moins des Pilas. Cependant, comme on peut le voir par cette description, entre l'Algue permienne et la plante actuelle il y a de très grandes différences. Les Pilas sont bien caractérisés par leurs gros noyaux, par leur protoplasme réticulé, par l'épaisseur de leurs parois avec lamelles moyennes différenciées, par l'agen-

cement des cellules du thalle et par le mode de dissociation de celui-ci. Rien n'autorise à regarder les Pilas comme plus élevées que nos Chroococcacées et nos Pleucococcacées actuelles. »

GÉOLOGIE. — *La craie de Chartres*. Note de M. **A. de Grossouvre**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai indiqué précédemment les relations de synchronisme existant entre les assises crétacées de la Touraine et celles de la craie blanche du bassin de Paris; mais les conclusions auxquelles j'étais arrivé résultaient uniquement de la comparaison de diverses coupes : j'ai pensé que, pour confirmer ces données par l'observation directe, il convenait de porter mes recherches sur la craie des environs de Chartres, car cette région de la bordure crétacée du bassin de Paris fait précisément face à la Touraine ([1]).

» En descendant la vallée de l'Eure, sur la rive gauche, on trouve au Mousseau, au-dessous de Chartres, une craie à Bryozoaires avec gros silex zonés, renfermant des Micrasters qui m'ont paru pouvoir se rattacher au *M. intermedius*. Un peu en aval, à Saint-Prest, j'ai rencontré dernièrement une assise, supérieure à la précédente, où le *Micraster turonensis*, bien conforme au type de Villedieu, existe assez abondamment. Puis, en continuant à descendre la vallée, on voit affleurer, à Saussay, une craie à *Micraster coranguinum*. Le Micraster de ce niveau se rapproche déjà sensiblement, par sa forme, du Micraster appelé *glyphus* dans la craie à Bélemnitelles du bassin de Paris; à cet Échinide sont associés des *Echinocorys*, dont quelques-uns rappellent déjà par certains traits ceux de Meudon.

» Cette coupe montre donc la superposition directe de la craie à *Micraster coranguinum* sur la craie à *M. turonensis*, et la position supérieure du lit à *M. turonensis* sur la craie à *M. intermedius* : on a donc là la confirmation directe de la conclusion à laquelle j'étais précédemment arrivé par une autre voie.

» La craie à *Micraster coranguinum* des environs de Chartres renferme des plaques de Marsupites : j'y signalerai, en outre, la présence de *Or-*

([1]) J'ai été aidé dans ce travail par les explorations minutieuses de M. Rousseau, grâce auxquelles j'ai pu arriver à connaître aussi complètement que possible la faune de cette craie si pauvre au point de vue paléontologique.

thopsis miliaris, *Salenia scutigera*, *Ostrea frons*, *Ostrea Peroni*, *Vulsella turonensis*, fossiles de la craie de Villedieu qui n'avaient pas encore été signalés dans la craie blanche du bassin de Paris : parmi ces fossiles, la *Vulsella turonensis*, en particulier, est caractéristique du niveau le plus élevé de la craie de Villedieu, de l'assise à *Spondylus truncatus* et *Am. syrtalis*.

» La craie des environs de Chartres est donc constituée par des sédiments intermédiaires entre ceux de la craie de la Touraine et ceux de la craie blanche proprement dite : nous voyons pénétrer de ce côté, dans le bassin de Paris, une faune qui n'y avait pas encore été signalée ; elle a été évidemment amenée vers le nord par les courants qui se sont établis lorsque les communications ont été ouvertes entre le bassin de Paris et le bassin de l'Aquitaine, vers la fin de l'époque cénomanienne. Ces courants, qui ont fait pénétrer la faune aquitanienne dans le bassin de Paris, étaient, d'après cela, dirigés du sud vers le nord, comme l'a déjà indiqué M. Munier-Chalmas, et ont persisté, avec la même direction, jusqu'à l'époque de la craie à Bélemnitelles, comme il résulte des constatations précédentes.

» La craie de Chartres correspond d'ailleurs à un dépôt d'eau plus profonde que la craie de Villedieu : la Glauconie a disparu, les Bryozoaires y sont moins abondants et plus petits, enfin les Foraminifères y font apparition et commencent à y jouer un certain rôle; on y trouve assez abondamment des spicules de Spongiaires hexactinellides, tétractinellides et lithistides. On peut en conclure que les différences de faunes observées dans les assises synchroniques des deux bassins résultent surtout des variations bathymétriques. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AOUT 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que, en raison de la fête du 15 août, la séance de lundi prochain sera remise au mardi 16.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Van Beneden*, pour remplir la place d'Associé étranger devenue vacante par suite du décès de M. Airy.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Pythonomorphes de France.* Note de M. **Albert Gaudry**.

« Les Reptiles marins de la craie, que M. Cope a appelés *Pythonomorphes*, parce qu'ils réalisent à quelques égards la fiction du grand

Serpent de mer imaginé par les anciens, semblaient jusqu'à présent n'avoir presque aucun représentant dans notre pays. Notre Confrère M. Friedel a appris d'un de ses élèves, M. le comte de Gramont, qu'on venait de découvrir dans la craie supérieure de Cardesse, non loin de Pau, le museau d'un grand animal fossile. Grâce aux démarches de M. de Gramont, le Muséum a pu se procurer cette pièce : c'est le museau d'un Pythonomorphe qui pouvait avoir 10^m de long. Il est semblable au museau du *Mosasaurus giganteus* de Maestricht, et ses dents antérieures sont coniques, convexes sur la face interne, plates sur la face externe comme dans le célèbre fossile de la Hollande; mais les autres dents sont coupantes, comprimées latéralement, avec des carènes antérieure ou postérieure, et l'on distingue à la loupe de fines crénelures. J'inscris cette pièce sous le nom de *Liodon mosasauroides;* j'en présente une photographie à l'Académie.

» Je lui communique, en même temps, la photographie du museau d'une espèce plus petite, trouvée dans la craie à *Belemnitella quadrata* de Michery près de Sens. Ce museau est semblable, pour la disposition de l'inter-maxillaire, à celui de la grande espèce; mais les dents ne donnent pas la même coupe, étant équilatérales, au lieu que, dans le *Liodon mosasauroides*, la face interne des dents est plus convexe que l'externe, à la mâchoire supérieure comme à l'inférieure. J'inscris cette pièce sous le nom de *Liodon compressidens*.

» Je vais publier, dans les *Mémoires de la Société géologique,* un travail où j'établis des comparaisons entre ces nouvelles espèces et les Pythonomorphes déjà connus, notamment ceux du Musée de Bruxelles que M. Dollo a très bien étudiés. Dans ce travail, je signale quelques autres morceaux moins complets de Pythonomorphes, qui ont été découverts en France. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production de sucre dans le sang aux dépens des peptones.* Note de M. **R. Lépine**.

« A l'occasion de l'importante Communication de M. Schützenberger (*Comptes rendus,* séance du 25 juillet, p. 208), je puis signaler le fait, intéressant à la fois pour les physiologistes et pour les chimistes, que la peptone, en contact avec le sang, dans certaines conditions, donne naissance à du sucre :

Expérience. — On purifie de la peptone du commerce, en la traitant à chaud par

l'acétate de fer, pour précipiter certaines matières albuminoïdes, et, dans le filtrat, on précipite la peptone par l'alcool fort; on la dessèche dans le vide, on la pulvérise et l'on en dissout une petite quantité (par exemple, de 0gr,20 à 0gr,50) dans 40gr de sang qui vient d'être retiré de l'artère d'un chien bien portant, et qu'on défibrine, ou mieux qu'on additionne d'une petite quantité de fluorure de sodium, pour empêcher la coagulation (Arthus). En général, en moins d'une heure, la peptone n'est plus décelée par sa réaction calorimétrique avec le sulfate de cuivre, et la quantité de sucre contenue dans le sang est augmentée. D'après quelques expériences, il semble que la peptone puisse produire une quantité de sucre (dosée avec la liqueur de Fehling) égale à près du dixième de son poids, pourvu qu'on ait maintenu le sang à une température suffisante, à 39° C., par exemple, mais mieux à 55°-60° C., température qui a l'avantage d'empêcher, comme on sait, la glycolyse, laquelle masque en partie la production du sucre. Aussi, si l'on opère à 30° C., est-il indispensable de fluorer le sang pour empêcher, non seulement la coagulation, mais la glycolyse, ainsi que l'a indiqué M. Arthus.

» J'ai cru utile d'attirer l'attention de l'Académie sur cette expérience :

» 1° Parce que M. Seegen a annoncé, il y a quelques années, que le parenchyme hépatique, *in vitro*, peut transformer la peptone en sucre (fait qui a été, d'ailleurs, contredit par plusieurs auteurs). M. Schmidt-Mulheim dit explicitement n'avoir pu réussir à observer, en présence du sang, la production de sucre aux dépens des peptones (*Arch. für Physiol.*, p. 49; 1880). Il est probable qu'il ne s'est pas mis en garde contre la glycolyse.

» 2° Parce qu'elle fait connaître la source *d'une partie* du sucre produit *in vitro* à 58° C. dans le sang du chien en digestion ou préalablement saigné. Jusqu'à présent, ce sucre pouvait être considéré comme provenant exclusivement du glycogène du sang, interprétation qui, d'ailleurs, a été combattue par M. Arthus ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la lave du 12 juillet 1892, dans les torrents de Bionnassay et du Bon-Nant (catastrophe de Saint-Gervais, Haute-Savoie).* Note de M. **P. Demontzey.**

« Les forestiers ont procédé, le lendemain même de la catastrophe, à la reconnaissance des torrents de Bionnassay et du Bon-Nant. Ne pouvant atteindre ce jour-là le glacier de *Tête-Rousse*, déclaré inabordable par les guides, ils ont pu, du moins, prendre une vue photographique indiquant

---

([1]) Les nombreuses expériences sur lesquelles est fondée cette Note ont été faites avec l'aide de M. Barral, chef des travaux de mon laboratoire.

l'origine et la marche de la crue dans les régions supérieures. M. Ch. Kuss, chef du Service spécial, habitué de longue date aux grands phénomènes torrentiels, n'a pas hésité à attribuer la cause du désastre à l'accumulation d'eaux sous-glaciaires qui, par suite de la rupture subite de leurs digues provisoires, se seraient précipitées dans la vallée.

» Les précieuses constatations faites quelques jours après au glacier de Tête-Rousse par MM. Vallot et Delebecque justifièrent amplement ces prévisions, qui seules pouvaient expliquer les phénomènes torrentiels qui se sont produits d'une façon si formidable sur tout le parcours de la crue.

» Le 27 juillet dernier seulement, j'ai pu visiter ces lieux dévastés. Frappé, dès l'abord, de l'entière identité des phénomènes torrentiels que j'avais sous les yeux avec ceux que, depuis plus d'un quart de siècle, il m'a été donné de constater dans les grands torrents des Alpes et des Pyrénées, j'ai trouvé dans l'examen de cette crue gigantesque la justification la plus complète des lois de la torrentialité qui nous servent de guide dans nos luttes contre les torrents.

» Pour plus de clarté et de célérité, voici, à mon avis, comment les choses ont dû se passer :

» Le glacier de Tête-Rousse repose sur une pente très douce, qui aboutit à un escarpement rocheux à parois très roides. La masse d'eau mêlée de blocs de glace, estimée à 200000^{mc}, projetée subitement hors de l'excavation signalée (altitude 3100^{m}), se précipite du haut de cet escarpement, rencontre à sa base un vaste amas de débris rocheux dont elle entraîne la majeure partie, se dirige droit, par le contrefort des *Rognes*, vers un coude prononcé que fait le glacier de Bionnassay, dont la moraine droite très élevée est séparée de la montagne par un creux dit le *Plan de l'Aire*.

» Le parcours est de 2^{km}; le point d'arrivée est à 1700^{m} d'altitude, d'où une pente moyenne de 70 pour 100, avec des variations de 90 à 50 pour 100.

» C'est pendant ce trajet que se forme la *lave* torrentielle et que se manifestent les premiers effets du *transport en masse*. Le courant, en passant sur les *Rognes*, a mis la roche à nu, entraînant pierres, gazons, terres, voire même 50 moutons. L'abondance des matières devient extrême, toutes les pierres finissent par atteindre une vitesse commune et la lave se précipite comme une avalanche; mais, arrivée au Plan de l'Aire, elle trouve un épanouissement large de plus de 120^{m}, à pente très faible; elle s'étale instantanément, par suite du ralentissement dû à ce double motif. Le courant d'eau, barré momentanément par un amas de matériaux, s'arrête; une sorte de lac se forme en amont; bientôt, les eaux surmontant

l'obstacle, une partie de la masse accumulée se précipite de nouveau, resserrée entre le terminus rocheux du glacier de Bionnassay et la montagne; elle assimile sur son passage tout ce qu'elle rencontre et laisse comme témoin, sur une pente de 6 pour 100, un dépôt chaotique (de 600^m de longueur et d'un volume dépassant $100\,000^{mc}$) recouvert d'une couche argileuse qui dessine nettement la surface convexe, double caractéristique des dépôts torrentiels.

» De ce premier dépôt (alt. 1660^m) à Bionnassay (1400^m), sur une pente de 8,5 pour 100, la lave, grossie des eaux du glacier de Bionnassay et de tous les matériaux qu'elle arrache aux berges et au fond du lit, s'arrête de nouveau au *chalet de la Pierre* et produit sur sa rive gauche un dénivellement des plus remarquables, effet très fréquent du transport en masse.

» De Bionnassay à Bionnay la pente atteint 16 pour 100 en moyenne; la gorge du torrent est très resserrée. La lave s'élève à 45^m au-dessus du lit; elle devient de plus en plus visqueuse et forme une masse d'extrême densité, dans laquelle les blocs sont transportés sans rouler et conservent toutes leurs aspérités intactes.

» A Bionnay, la lave, débouchant dans la vallée du Bon-Nant, se précipite droit devant elle, franchit cette petite rivière et dépose sur sa rive gauche, à une hauteur considérable, des matériaux de toutes sortes; mais, n'étant plus contenue par des berges relevées et trouvant des pentes plus douces, elle s'épanouit sur une partie du village, à la suite d'un brusque arrêt provoqué par son choc sur la rive gauche du Bon-Nant et du remous qui en est la conséquence, détruit un grand nombre de maisons et ensevelit leurs habitants. La maison d'école, solidement construite, résiste seule; la lave dépose de gros amas de bois au pied de son pignon, qu'elle revêt jusqu'au toit d'une couche bien égale de boue identique à un gros crépissage au balai (ces éclaboussures des eaux boueuses sont visibles sur bien des points, mais là seulement où il y a eu des arrêts manifestes; on les retrouvera plus loin dans le parc de Saint-Gervais).

» Après avoir formé un lac momentané en aval du confluent du Bionnassay avec le Bon-Nant dont elle barre le cours, et atteint, dans une sorte d'échappée, le hameau de la Praz, la lave rentre dans le lit normal, se précipite dans la gorge du Bon-Nant, passe sous le pont du Diable à une hauteur de 30^m, sur une pente moyenne de 20 pour 100, et s'engouffre dans la gorge des bains où elle produit le désastre qu'on connaît ....; son courant principal suit le lit du torrent, le reste se dirige vers l'établissement, et, après avoir déposé trois immenses blocs, dont l'un cube plus

de 200^{mc}, elle laisse, dans la cour, des amas d'une hauteur moyenne de 5^{m}.

» A l'aval des bains, le long du parc, nouvel arrêt, parfaitement indiqué à la fois par la trace *horizontale* de la lave sur le versant de la rive gauche, par le dépôt, sur la rive droite, d'une sorte de moraine latérale en gros blocs dont l'un cube plus de 70^{mc}, et par les éclaboussures de boue liquide dont sont revêtues, à une hauteur uniforme de 5^{m}, les branches des arbres bordant le parc.

» Enfin, après avoir couru, sur une pente de 3,5 pour 100, la lave trouve le pont de la route nationale dont le débouché est insuffisant, et qui, pour le malheur du hameau du Fayet, résiste à ses efforts; elle se détourne vers la gauche, envahit le hameau et s'épanouit, sur une étendue de 75^{ha}, en forme de cône de déjection très aplati, dont le profil en travers présente une courbe convexe vers le ciel et sur l'arête culminante duquel marche le plus fort courant, jalonnant sa direction vers l'Arve par une série de gros blocs déposés comme une allée de menhirs.

» *En résumé*, les observations que j'ai pu faire démontrent :

» Que la lave du 12 juillet s'est absolument comportée comme toutes celles qu'on a pu étudier dans les torrents des Alpes et des Pyrénées;

» Que son énergie a été d'autant plus désastreuse que le *transport en masse* a débuté dans les régions les plus élevées du bassin torrentiel à la suite du départ subit d'un grand volume d'eaux concentrées plus soudainement encore que celles des plus terribles orages de grêle dans les bassins supérieurs des torrents sans glaciers;

» Que le volume des matériaux de toutes sortes déposés, tant aux bains que dans la plaine, et qu'on peut estimer au maximum à 1 million de mètres cubes, ne présente aucune anomalie avec le volume relativement réduit des eaux au moyen desquelles le transport en masse s'est effectué par une série de bonds successifs, avec des alternatives d'accélérations de vitesse et de ralentissements momentanés;

» Que ce phénomène torrentiel a substitué à un simple ruisseau, jusqu'alors inoffensif, un torrent dont l'activité peut être combattue dans un délai relativement court. Le passage de la lave dans les torrents de Bionnassay et du Bon-Nant, en effet, a enlevé tous les blocs granitiques qui, de longue date, pavaient et consolidaient leur lit aujourd'hui profondément affouillé; des brèches nombreuses et étendues ont été creusées dans leurs berges qui sont livrées sans défense à des ravinements et à des glissements très dangereux;

» Qu'on pourrait citer dans les Alpes, comme dans les Pyrénées, de nom-

breux exemples contemporains d'anciens ruisseaux paisibles, passés en quelques instants à l'état de torrents formidables, sur une échelle un peu moins grande il est vrai, mais avec cette circonstance aggravante que le désastre était causé par les pluies du ciel dont on se garantit plus difficilement que du danger, une fois reconnu, que peut présenter un glacier;

» Que l'étude minutieuse avec levés topographiques que les forestiers opèrent en ce moment dans ce nouveau torrent, dont je viens d'esquisser le caractère, conduira sans nul doute à trouver les moyens rapides de l'éteindre et peut-être d'amener les eaux de Tête-Rousse sur le Bionnassay;

» Et qu'enfin ce grand désastre ne pouvait être prévu, personne n'ayant eu même l'idée d'explorer auparavant le glacier de Tête-Rousse.

» J'ai intentionnellement laissé de côté les questions de vitesse, variable d'ailleurs à chaque instant suivant les conditions de l'écoulement. J'ai entendu de nombreux témoins, notamment à Bionnay où l'un d'eux affirme nettement avoir vu les gros blocs et la masse des matériaux marcher en avant et l'eau, plus ou moins boueuse, suivre derrière, mais n'a que des appréciations très vagues sur la durée de l'écoulement.

» Les seules données que j'aie pu recueillir sur la vitesse de la lave proviennent d'ouvriers employés aux travaux de correction dans le torrent de Reninges. Couchés dans les chalets de Lezettaz au pied des Aiguilles de Varens, à 12^{km} à vol d'oiseau, éveillés en sursaut par le bruit de la débacle, ils sont sortis en toute hâte de leurs chalets et ont pu suivre, grâce à un superbe clair de lune, la marche de la lave dans le Bon-Nant. D'après eux, elle aurait mis cinq minutes à peine de la gorge des bains au Fayet. Le parcours étant d'environ 1800^{m}, la vitesse moyenne dans ce trajet aurait été de 6^{m} à la seconde. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A.-J. Zune** adresse deux Notes intitulées « Recherche des huiles grasses, animales ou végétales, dans les beurres », et « Analyse des beurres; valeur merciognostique des indices de réfraction, simples et différentiels, et des angles différentiels ».

(Renvoi à l'examen de M. Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une propriété des conducteurs bimétalliques lamellaires, soumis à l'induction électromagnétique.* Note de MM. **Ch. Reignier** et **Gabriel Parrot**, présentée par M. Sarrau.

« L'énergie électrique d'une machine dynamo peut s'exprimer par

$$W = 2 H s N v \Omega \delta,$$

où H est la valeur moyenne de l'induction magnétique maxima que subit une quelconque des spires induites, d'aire s, dans une révolution;

N, le nombre de champs magnétiques, alternativement positifs et négatifs, qu'une spire rencontre dans une révolution;

v, le nombre de révolutions par seconde;

Ω, la section totale des conducteurs induits;

δ, la densité de courant.

» Les facteurs N, s, v, δ sont indépendants de H.

» Si H et Ω étaient également des quantités indépendantes, il suffirait de donner à H une valeur limite et d'augmenter continuellement Ω pour accroître l'énergie disponible.

» Mais il n'en est pas ainsi : l'induction magnétique dépend de la longueur d'air (occupée dans les machines actuelles par les conducteurs induits), que les lignes d'induction magnétique traversent.

» Les expériences de M. Leduc (¹) et les recherches de feu Cabanellas (²) ont montré que l'induction magnétique mesurée dans l'air varie sensiblement en raison inverse de la longueur d'onde des lignes d'induction dans l'air.

» Or Ω est proportionnelle à cette longueur d'air qu'on a désignée *entrefer*, par suite les termes H et Ω varient en raison inverse, et W demeure constant.

» Si l'on substitue aux conducteurs de cuivre, ordinairement employés, des lamelles minces composées, en parties de leur épaisseur, d'un métal très magnétique et d'un métal très bon conducteur, placées de façon que

---

(¹) A. Leduc, Thèse de doctorat; Paris, 1888.

(²) Ch. Reignier, *Lumière électrique*, janvier 1889.

les lignes d'induction soient perpendiculaires à leur épaisseur; le flux d'induction émanent du pôle nord se divisera en plusieurs nappes de filets parallèles très rapprochées l'une de l'autre et traversant seulement la portion magnétique des conducteurs bimétalliques.

» Plus on augmente la hauteur des conducteurs induits, plus le flux d'induction magnétique tend à passer intégralement dans les portions magnétiques des lamelles. En d'autres termes, l'induction magnétique est constante le long de l'axe magnétique et ce tube de force, enveloppe du circuit induit, est cylindrique.

» L'énergie disponible dans un tel dispositif augmentera donc d'une manière sensiblement proportionnelle à la hauteur des conducteurs.

» Nous avons construit un appareil basé sur ce principe; à la vitesse de 500 tours nous avons obtenu 32 000 watts. Le poids total est de 750^{kg}, ce qui fait une utilisation spécifique de 42 watts environ par kilogramme de machine.

» Notre machine rappelle le disque de Faraday qu'on aurait fractionné de façon à diriger les courants induits qui y prennent naissance. Afin d'utiliser tout l'espace compris dans la couronne circulaire soumise à l'induction, les circuits sont formés par des arcs de développantes de cercle.

» L'enroulement est ainsi formé : on constitue deux disques de hauteur quelconque au moyen d'un certain nombre de plaques bimétalliques cintrées suivant un ou plusieurs arcs de développante. On les superpose, et l'on réunit les extrémités intérieures et extérieures de manière à former un circuit fermé par la liaison d'une plaque du premier disque avec une plaque du second disque. »

CHIMIE. — *Application de la mesure des densités à la détermination du poids atomique de l'oxygène.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann [1].

« Dès le début de mes recherches sur les densités des gaz, je me suis proposé d'obtenir la composition en volumes de l'eau et, par suite, sa composition en poids, en déterminant la densité du mélange d'oxygène et d'hydrogène produit par l'électrolyse d'une solution alcaline.

---

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

» Cette expérience a l'avantage de fixer le volume atomique de l'oxygène par rapport à l'hydrogène ([1]).

» *Expérience.* — Un voltamètre entièrement clos, et dans lequel on peut faire le vide, est formé par un flacon de 1^{lit} à large goulot, fermé par un bouchon rodé spécial à trois tubulures. La tubulure centrale, munie d'un robinet, sert au passage des gaz; les deux autres, prolongées à l'intérieur d'un flacon, reçoivent les électrodes.

» Chacune de celles-ci est formée par une tige de platine de 3^{mm} de diamètre, à laquelle est soudée à l'or une feuille du même métal, présentant une surface d'environ 60^{cmq}. La tige est complètement entourée par le tube de verre, où elle est mastiquée à la paraffine; la lame est entièrement plongée dans le liquide.

» Dans ces conditions, le gaz tonnant ne se trouvant jamais au contact des électrodes, et l'ozone ne pouvant pas se produire au sein de la solution de potasse à 30 pour 100, on n'a pas à redouter les explosions qui se produisent quelquefois dans les expériences de ce genre.

» Enfin, l'appareil est plongé dans un bassin rempli d'eau, et reçoit un courant de 5 ampères, alimenté pendant plusieurs jours, sans interruption, par trois accumulateurs. Un tube vertical de $0^{m},80$, branché sur la canalisation et plongeant dans du mercure, laisse échapper le gaz non utilisé et sert d'ailleurs de manomètre.

» Il résulte de mes pesées qu'au bout de vingt-quatre heures l'appareil est arrivé à un état permanent, c'est-à-dire que sa température ne varie plus sensiblement (20°) et que les électrodes et le liquide sont saturés de gaz. En effet, cinq expériences m'ont donné pour les poids de gaz tonnant qui remplit, dans les conditions normales, mon ballon à densités ([2]), des nombres que l'on peut considérer comme identiques : $1^{gr},2193$ et $1^{gr},2192$.

» Mais il est essentiel, pour assurer le succès de l'expérience et obtenir des résultats concordants, que, pendant le remplissage (et surtout pendant la deuxième moitié), le voltamètre soit maintenu à la pression atmosphérique. Pour m'assurer de l'importance de cette condition, j'ai effectué deux remplissages pendant lesquels la pression s'est abaissée à $\frac{1}{2}$ et à $\frac{2}{3}$ d'atmosphère environ; j'ai obtenu pour les poids de gaz comme plus haut : $1^{gr},2173$ et $1^{gr},2184$.

» Cela tient à ce que, sous l'influence du vide partiel, le voltamètre laisse dégager un excès d'hydrogène, qu'il reprend à la fin de l'opération; l'oxygène correspondant reste dans les appareils dessiccateurs.

([1]) Ce que l'on sait de la compressibilité des quatre autres gaz, les plus difficiles à liquéfier, montre que leur volume moléculaire sera, à très peu près, le même que celui de l'oxygène.

([2]) Voir *Comptes rendus* du 13 juillet 1891.

» *Résultats.* — Le poids d'air normal qui remplit mon ballon, dans les mêmes conditions [1], est $2^{gr},9435$; la densité du mélange tonnant est donc 0,41423, à $\frac{1}{10000}$ près de sa valeur environ.

» Cela posé, si nous désignons par x la proportion centésimale, en volumes, de l'hydrogène dans le mélange, nous avons l'équation

$$x \times 0,06947 + (100 - x) 1,10503 = 100 \times 0,41423,$$

d'où l'on tire

$$x = 66,708.$$

» Le rapport des volumes de l'hydrogène et de l'oxygène ainsi dégagés de leur combinaison est donc, à 0°, 2,0037, et le volume atomique de l'oxygène (rapporté à l'hydrogène $H = 2^v$) est 1,9963.

» Pour avoir la composition en poids de l'eau, il suffit de prendre le rapport $\frac{33,292 \times 1,10503}{66,708 \times 0,06947}$, ce qui donne, pour le poids atomique de l'oxygène, 15,877.

» J'ai montré dans une précédente Note que le même poids atomique, déduit de la synthèse de l'eau, est 15,882 à $\frac{1}{5000}$ près de sa valeur.

» Ces nouvelles expériences confirment entièrement ma précédente détermination. La diversité absolue des méthodes me met à l'abri de toute cause d'erreur systématique commune. D'ailleurs j'ai montré plus haut une cause d'erreur de cette nature qui tend à affaiblir le résultat, et il est facile de voir que, dans la synthèse de l'eau, les pertes de poids par essuyage tendent au contraire à l'élever.

» Il convient donc d'adopter le nombre 15,88 comme moyenne des nombres 15,882 et 15,877, dont l'un est très probablement approché par excès et l'autre par défaut.

» *Conséquence.* — Le poids moléculaire de la vapeur d'eau est d'après cela 17,88. Sa densité théorique, en prenant pour point de départ celle de l'hydrogène, serait

$$\frac{17,88 \times 0,06947}{2} = 0,6212.$$

Mais il convient de partir de la densité de l'oxygène dont la compressibilité est à peine supérieure à celle de l'air. On obtient alors

$$\frac{1,10503 \times 17,88}{2 \times 15,88} = 0,6221.$$

» On voit donc que la densité expérimentale de la vapeur d'eau ne peut descendre au-dessous de 0,622. »

---

[1] Même baromètre, même cathétomètre, mêmes poids, etc.

CHIMIE. — *Sur la forme générale des courbes d'ébullition des composés à substitution centrale.* Note de M. G. **Hinrichs.**

« Les composés à substitution centrale (t. CXIV, p. 597) sont de la dernière importance pour la Mécanique chimique : ils fourniront les déterminations les plus directes de la forme géométrique et des dimensions linéaires des atomes des éléments chimiques. Mais l'étude expérimentale de ces composés n'a pas été poursuivie; après avoir produit les deux premiers termes de plusieurs séries, on n'a pas cru possible d'obtenir des résultats assez importants pour s'acharner à ces recherches difficiles et même dangereuses.

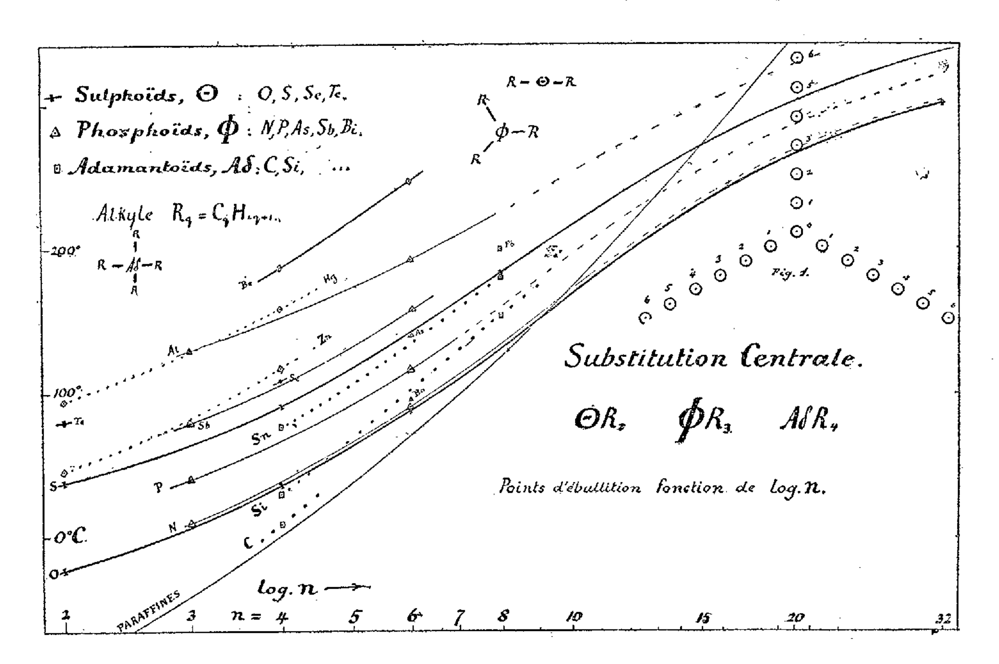
» Dans cette Note, je voudrais montrer l'importance exceptionnelle des recherches expérimentales sur les composés à substitution centrale. Il faudra soigneusement contrôler par des expériences nouvelles toutes les déterminations publiées, et pousser l'étude des membres supérieurs aussi loin que possible. Ce sera la voie la plus sûre pour arriver à la détermination *inductive* de la forme géométrique et des dimensions linéaires des atomes élémentaires.

» Soit R un radical alkyle à q atomes de carbone, $R = C_q H_{2q+1}$, et soit Q un atome élémentaire de valence r; les composés à substitution centrale symétrique ou de forme stellaire à r rayons égaux auront pour formule générale l'expression simple QR_r et contiennent $n = r.q$ atomes de carbone.

» Considérons premièrement les atomes comme des points matériels de masse égale à l'unité, placés à des distances égales à l'unité de longueur. La *fig.* 1, montrant la forme des composés stellaires à trois rayons, permettra la détermination des moments d'inertie presqu'à simple vue. Pour les points à distance 1, ce moment sera 1; pour les masses à distance 2, le moment sera 4; pour les points à distance 3, le moment sera 9, et ainsi de suite. Pour le point matériel central, le moment sera nul.

Donc, pour le corps stellaire à trois rayons contenant 0, 1, 2, 3, 4, 5,... points chacun, les moments d'inertie seront 0, 3, 15, 42, 90, 165, ... et le nombre total de points sera 1, 4, 7, 10, 13, 16, ... De même, pour un composé stellaire à quatre bras, les moments d'inertie seront 0, 4, 20, 56, 120, 220, ..., le nombre total de points étant 1, 5, 9, 13, 17, 21, ... Pour les composés à deux bras, les moments d'inertie seront 0, 2, 10, 28, 60, 110, ..., le nombre des points étant 1, 3, 5, 7, 9, 11, ...

On voit que le moment d'inertie maximum diminue assez rapidement avec le nombre des bras ou rayons du composé stellaire. Pour 13 points formant un composé diatomique, le moment d'inertie est 182 ; s'ils sont rangés en étoile à trois rayons, le moment est réduit à 90 ; et quand les mêmes masses forment un composé à quatre bras, le moment n'est plus que 56. Pour les formes correspondantes qui s'obtiennent avec 25 points, on trouve aisément les moments d'inertie 1300, 612 et 364.



» Mais nous avons démontré que les points d'ébullition sont fonction directe des moments d'inertie maximum. Donc, les composés stellaires doivent fournir des résultats des plus précis sur les points d'ébullition, comme je compte le montrer dans une Note prochaine.

» Je me contenterai de montrer que, d'après les nombres donnés, les courbes d'ébullition des composés stellaires doivent couper la courbe des paraffines. C'est-à-dire que les termes supérieurs des composés stellaires ont des points d'ébullition inférieurs à ceux des paraffines contenant le même nombre d'atomes de carbone. On verra que cette conclusion s'applique aussi aux composés diatomiques.

» Les Traités récents donnent les valeurs représentées dans la figure de la manière usuelle. On ne voit guère que les deux premiers termes des séries : les courbes paraissent semblables à celle des paraffines. La seule

donnée des Traités qui exige l'intersection avec la courbe des paraffines est le point d'ébullition de l'éther cétylique à 300°, valeur qui tombe à 160° au-dessous de celle de la paraffine. J'ai donc dû tracer ma courbe provisoire des éthers à travers la *terra incognita* jusqu'à ce point, qui doit être vérifié avec le plus grand soin.

» Même dans les *Tables de Carnelley* (London, 1885 et 1887), on ne trouve que très peu de déterminations, assez discordantes, pour les termes supérieurs; la plupart appartiennent à la seule série des triamines. Les déterminations les plus exactes paraissent confirmer la course donnée des courbes d'ébullition des composés stellaires [1]. D'après Pape, le silicon tétra-normal-propyle bout à 213°; s'il n'y a aucune erreur dans ce résultat, il suffirait seul à prouver la forme générale des courbes d'ébullition, ayant un point d'inflexion et tournant leur convexité vers le haut à leur partie supérieure, tandis que, pour les composés à substitution terminale, il n'y a pas de point d'inflexion et la convexité est dirigée vers le bas sur tout le parcours des courbes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur l'existence, dans les terres, d'une matière minérale acide encore indéterminée.* Note de M. **Paul de Mondesir**, présentée par M. Schlœsing.

« J'ai plusieurs fois insisté sur l'existence, dans les terres, d'une proportion très notable de chaux qui n'est pas à l'état de carbonate ni de toute autre combinaison minérale ordinaire.

» En effet, si l'on dose la chaux qu'enlèvent aux terres les acides chlorhydrique ou nitrique employés froids et très dilués, et si, du chiffre ainsi obtenu pour la chaux, on déduit ce qui est nécessaire pour saturer les

---

[1] La détermination de Zander pour $n = 3,3$ de 156°,5 n'est plus que 5° au-dessus de la paraffine correspondante; la valeur 211-215, trouvée par Lieben et Rossi pour $n = 3,4$, tombe sur la ligne même des paraffines. Pour l'hexyle $n = 3,6$, Peterson et Gosmann donnent 260°, ce qui est 57° au-dessous de la limite logarithmique des composés non stellaires.

Par contre, les déterminations de Plimton et de Hoffmann sur les isomères de $n = 3,5$, et le résultat de Merz et Gassirowski pour $n = 3,8$, doivent être trop élevées. La valeur trouvée par Hoffmann pour un isomère de la triphosphine $n = 3,5$ serait aussi trop élevée.

La nécessité de déterminations plus exactes est manifeste.

acides carbonique, phosphorique, etc., enlevés à la terre par le même traitement, il reste un excédent de chaux qui devait être combiné autrement.

» Un second fait vient confirmer ce premier résultat; la terre lavée à l'acide et ensuite à l'eau distillée reste toujours acide, elle décompose à froid le carbonate de chaux avec énergie et cette acidité correspond à l'excédent de chaux trouvé précédemment.

» Quelle est la matière qui produit cette acidité de la terre? On a généralement admis que c'étaient les acides humiques; divers auteurs ont parlé vaguement de silice libre, mais la question n'a jamais été étudiée plus à fond.

» Dans des publications faites il y a plusieurs années, pour désigner cette chaux qui n'est pas dans les terres à l'état de sels minéraux ordinaires, j'ai employé souvent les expressions de chaux combinée dans la terre ou de chaux combinée avec les éléments de la terre. Je me suis servi à dessein de ces termes généraux, au lieu de dire chaux des humates, parce que j'avais déjà des motifs pour penser que les acides humiques solubles dans les alcalis ne sont pas les seules matières acides spéciales aux terres. En effet, j'avais mesuré la capacité de saturation des acides humiques pour la chaux, capacité qui est environ 12 pour 100 du poids de la matière organique (cendres déduites) et en appliquant, d'après cette proportion, aux acides humiques existants dans la terre de la chaux prise dans l'excédent dont j'ai parlé, il restait encore sans emploi une partie importante de cet excédent, la moitié environ sur la moyenne des terres.

» Il fallait donc qu'il y eût, dans ces terres, d'autres acides que les acides humiques, et ces autres acides ne pouvaient être que les matières organiques non solubles dans les alcalis, ou des substances minérales. La réalité de la seconde hypothèse m'a été prouvée par la destruction totale de la matière organique, soit à l'aide du permanganate à une température inférieure à 100°, soit par la combustion directe au rouge sombre. Dans les deux cas, les terres sont ensuite lavées à froid par l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique très dilués, puis à l'eau distillée avec les précautions nécessaires pour n'y laisser que des traces insignifiantes de l'acide employé, et enfin chauffées à 160°-170° pendant plusieurs heures, ce qui rend absolument inerte la silice libre.

» Les terres sont alors toujours acides, c'est-à-dire qu'elles décomposent à froid, avec énergie, une certaine quantité de carbonate de chaux et une seconde quantité dans l'eau bouillante. Le total a varié, suivant les

sols, de deux millièmes à plus de un centième du poids de la Terre. Si l'on sépare l'argile du sable, la proportion de carbonate de chaux décomposé par l'argile peut s'élever au-dessus de 2 pour 100 du poids de cette argile, mais il reste toujours dans les sables une portion importante de la matière acide, collée à la surface des grains, et que des frottements longtemps réitérés ne séparent pas en totalité.

» La matière que je signale est très stable. Elle n'est pas détruite lors de la combustion complète de la matière organique au rouge sombre, lors même qu'on l'a privée de ses bases par un lavage préalable de la terre avec les acides dilués. Elle résiste, en grande partie, à l'acide chlorhydrique concentré et chaud, qui dissout tout le fer colorant en rouge les terres brûlées et également à l'acide nitrique bouillant pendant plusieurs heures. Elle s'est conservée presque intégralement dans une terre soumise à une ébullition de deux ou trois minutes avec une dissolution de potasse caustique, contenant environ 15 pour 100 de potasse réelle, selon le procédé de Malaguti pour enlever toute la silice libre dans les argiles.

» L'existence de cette matière n'est pas douteuse, mais je n'ai pu encore déterminer sa composition. Ses propriétés ne permettent évidemment pas de supposer qu'il s'agisse de silice, d'alumine ou d'oxyde de fer à l'état isolé. J'ai constaté que le sable de grès et le kaolin n'ont aucune acidité et que l'argile colloïdale proprement dite, celle de M. Schlœsing, en a peu.

» L'ensemble de ces faits rend très probable que la matière acide est un silicate sous forme argileuse, et que sa détermination précise, si elle est possible, exigera au moins un long travail. J'ai donc cru pouvoir faire cette communication pour prendre date. Mais l'existence de cette matière en quantité notable, dans les terres, comporte, en dehors de toute question de composition, des conséquences que je me réserve de développer. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le savon calcaire et les explosions de chaudières à vapeur.* Note de M. **A. Vivien**, présentée par M. Dehérain. (Extrait.)

« Depuis plus de trente ans, on a souvent dit que l'alimentation des générateurs à vapeur avec un mélange d'eaux calcaires et de condensation amenait la formation de dépôts à base de savon calcaire, qui sont une cause d'explosions ([1]).

([1]) Voir le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils,* 1867.

» Les matières grasses, entraînées mécaniquement hors des machines à vapeur, se retrouvent dans les eaux de condensation, et, suivant l'interprétation donnée jusqu'à ce jour, réagissent sur les carbonates en dissolution dans l'eau pour constituer un composé gras et savonneux. Ce composé enveloppe la tôle, à l'intérieur, d'un enduit isolant, dont l'interposition a pour conséquence de surchauffer le métal, au contact des gaz dont la température, d'après des constatations faites, peut s'élever au delà de 800°.

» En 1877, M. Hétet a fait une Communication à l'Académie, ayant pour but le dégraissage des eaux d'alimentation des chaudières, pour empêcher la formation du savon de chaux. En 1880, M. Dulac a proposé un appareil spécial.

» Rien ne me paraît moins prouvé que la formation de ce savon. Depuis 1868, j'ai eu souvent à faire des analyses de dépôts et de poudres que l'on considérait comme étant du savon de chaux. Voici quelques-unes de ces analyses :

	Envoi de M. Tardieu, Ingénieur de l'École centrale. — Dépôts de générateurs ayant provoqué des accidents.			Dépôts appelés *Savon de chaux* et recueillis à la suite d'accidents survenus aux générateurs.			Mousse surnageant l'eau des générateurs, chez M. Maréchal à St-Quentin.
				Sucrerie d'Origny.	Sucrerie de Senercy.	Sucrerie de Theil.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Carbonate de chaux { Ac. carbonique.	14,074	30,026	36,594	37,690	33,600	27,450	43,214
Carbonate de chaux { Chaux........	17,913	38,216	46,575	47,972	42,760	34,923	55,000
Carbonate de magnésie.....	0,000	0,000	0,000	2,080	4,620	non dosé	0,000
Sulfate de chaux..........	0,272	0,000	0,000	0,450	0,280	3,394	0,000
Silice....................	29,800	10,400	3,800	2,042	6,600	5,445	0,620
Chaux.....................	2,180	5,184	4,825	3,098	6,460	11,384	0,000
Fer et alumine............	26,200	1,800	1,600	1,240	1,600	1,878	0,000
Sels divers solubles.........	0,516	0,550	0,450	0,433	0,280	0,169	0,000
Matières organiques diverses.	6,876	12,074	4,356	4,200	3,700	11,754	0,390
Graisse ou corps gras......	0,000	0,000	0,000	0,065	0,000	0,160	0,000
Divers....................	1,069	0,920	1,550	0,730	0,100	3,443	0,776
Humidité................	1,100	0,830	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

» Les échantillons **4**, **5**, **6** et **7** ne se mouillent pas à l'eau et l'échantillon n° **7** est si ténu, qu'on ne peut distinguer aucune forme cristalline au microscope. Cette poudre, entraînée par la vapeur, est extrêmement curieuse et vient surnager les liquides lorsqu'on chauffe par barbottage.

» La quantité de corps gras englobés ou combinés dans ces dépôts est nulle dans cinq échantillons et en proportion insuffisante dans deux. Leur toucher onctueux fait croire à la présence d'un savon; mais ils n'ont nullement la composition chimique de ce corps.

» La formation de ces mousses et dépôts particuliers, qui ne se mouillent pas à l'eau, est due à la nature des eaux employées, et non à la présence de corps gras, mélangés aux liquides provenant de la condensation des vapeurs. On peut en empêcher la formation, en épurant l'eau calcaire.

» On les reproduit au laboratoire, pendant l'évaporation de l'eau, en entretenant un niveau constant par un apport d'eau calcaire, mélangée en proportion convenable avec de l'eau distillée bien chaude. C'est donc au mélange d'eaux chaudes et pures avec des eaux calcaires, qu'il faut attribuer la formation de ces dépôts de mousses spéciales.

» D'ailleurs, comment un savon pourrait-il se former avec le carbonate de chaux de l'eau, et, s'il pouvait se former avec ce corps, comment résisterait-il à la chaleur du foyer? Bien avant que la tôle rougisse, le corps gras ne serait-il pas décomposé et le dépôt modifié, ce qui permettrait à l'eau de mouiller la tôle avant qu'elle s'affaiblisse?

» J'ai eu occasion de modifier souvent, en sucrerie, le système d'alimentation des générateurs, et je pourrais citer plusieurs usines où, tous les ans, on avait de coûteuses réparations à faire aux chaudières à vapeur, par suite de la formation du prétendu savon de chaux, et dans lesquelles on n'a plus eu rien à faire dès que j'ai eu supprimé le mélange d'eaux froides calcaires avec des eaux chaudes et distillées, quoique exemptes d'huile. »

CHIMIE ANIMALE. — *La pupine, nouvelle substance animale.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai extrait une nouvelle substance des peaux des pupes (chrysalides) de quelques lépidoptères. Cette substance, que j'ai nommée *pupine,* existe dans les pupes des lépidoptères suivants :

Pieris brassicæ Latreille.	*Plusia gamma* Linnæus.
Pieris napi Latreille.	*Mamestra brassicæ* Linnæus.
Pieris rapæ Latreille.	*Noctua pronuba* Linnæus.

» Pour la préparer, on fait bouillir pendant longtemps, avec une lessive de soude, les peaux des pupes découpées. Le résidu est successivement épuisé par l'eau acidulée,

l'eau distillée, l'alcool et l'éther. Le résidu est dissous dans l'acide chlorhydrique concentré et précipité par un excès d'eau. Cette opération est répétée plusieurs fois.

» La moyenne de quatre analyses de cette substance animale a donné des résultats qui répondent à la formule $C^{14}H^{20}Az^2O^5$.

» La pupine est incolore et amorphe. Elle se dissout dans les acides minéraux; mais elle est insoluble dans les dissolvants neutres. Bouillie longtemps avec les acides minéraux forts, elle se transforme en leucine et acide carbonique

$$C^{14}H^{20}Az^2O^5 + 3H^2O = 2C^6H^{13}AzO^2 + 2CO^2.$$

» La pupine est sécrétée par les pores de la larve, après qu'elle a changé de peau pour la dernière fois. C'est la substance principale, dans la peau des pupes de quelques lépidoptères. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la matière colorante du* Micrococcus prodigiosus. Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« Le *Micrococcus prodigiosus* se trouve fréquemment dans l'air: on le rencontre, comme impureté, dans les cultures sur plaques; il s'observe sur les matières amylacées exposées à l'air. Les colonies formées dans ces milieux sont colorées en rouge sang. La végétation est très abondante sur la pomme de terre; elle donne, en peu de temps, une pellicule muqueuse, épaisse, également colorée en rouge sang, et dégageant une forte odeur de triméthylamine.

» J'ai extrait une grande quantité de ce pigment de cinq cents cultures sur pomme de terre : il est soluble dans l'alcool, en donnant une solution rouge. En étendant d'eau cette solution alcoolique, on précipite le pigment. Le précipité, après filtration, est redissous dans l'alcool, et l'on évapore la solution alcoolique à 40°.

» La moyenne de trois analyses de ce pigment (le résidu de l'alcool) m'a donné des résultats répondant à la formule $C^{38}H^{56}AzO^5$.

» La solution alcoolique donne, au spectroscope, deux bandes d'absorption, une dans le bleu et l'autre dans le vert. Les acides la font passer au carmin; les alcalis la rendent jaunâtre.

» M. Prillieux [1], dans sa Note sur la *Corrosion de grains de blé colorés*

---

[1] *Bulletin de la Société botanique*, 1874, p. 31.

en rose par des bactéries, a signalé une altération des grains de blé, due à un microbe. J'ai inoculé, avec le *Micrococcus prodigiosus,* des grains de blé en voie de germination : le blé produit a montré la corrosion signalée par M. Prillieux. Ce microbe, qui se propage rapidement sur les matières amylacées, arrive à détruire la plus grande partie du grain. L'attaque commence par les grains d'amidon ; la matière azotée et la cellulose sont consommées en dernier lieu ([1]).

» On arrive à détruire complètement ce parasite, en seringuant les récoltes avec une solution de sulfate ferreux, ou avec une solution de sulfate de cuivre. »

BOTANIQUE. — *Sur l'état coccoïde d'un Nostoc.* Note de M. C. **Sauvageau**, présentée par M. Duchartre.

« On connaît, chez les Algues nostocacées pourvues d'hétérocystes, deux modes de propagation : 1° des hormogonies, simples tronçons de filaments, doués de mouvement, qui reproduisent immédiatement la plante et ne résistent pas plus qu'elle aux conditions ordinaires qui mettent fin à sa végétation active ; 2° des spores ou kystes, qui sont des cellules végétatives différenciées par leur grosseur, l'épaisse enveloppe dont elles s'entourent, et qui sont capables sous cette forme, et sans présenter de modifications appréciables pendant leur état quiescent, de conserver la plante d'une saison à l'autre à travers les périodes de sécheresse défavorables à la végétation de la plante.

» J'ai eu l'occasion d'observer, dans une espèce de *Nostoc* que je crois pouvoir rapporter, au moins provisoirement, au *N. punctiforme* Hariot (*N. Hederulæ* Menegh.), un troisième et curieux mode de propagation qui n'a pas encore été décrit. Comme le précédent, il se compose de cellules végétatives différenciées ; mais il s'en distingue profondément parce que ses cellules, au lieu de rester en repos complet, continuent à se diviser et à se multiplier sous une forme qui rappelle beaucoup moins les Nostocs que certains genres à colonies amorphes de la famille des Chroococcacées et notamment l'*Aphanocapsa*.

» Je désignerai cet état sous le nom d'*état coccoïde* et les éléments isolés

---

([1]) Touchant les maladies des plantes de la ferme, voir l'Ouvrage *The Diseases of Crops*, par A.-B. Griffiths, 1890 (Londres, G. Bell and Sons).

sous le nom de *Cocci* (¹). Dans mes cultures, j'ai obtenu le passage de l'état Nostoc à l'état coccoïde, puis le retour de celui-ci au précédent, et encore une fois de l'état primitif à l'état coccoïde. Ces états alternatifs constituent un exemple de pléomorphisme tel qu'il n'en existe aucun autre authentiquement constaté dans le groupe des Algues hétérocystées. Seul, le genre *Hyella*, de la famille des Chamæsiphoniées, présente, d'après MM. Bornet et Flahault, une alternance de formes végétatives comparable à celle que je décris ici. Ce n'est pas que plusieurs auteurs, M. Zopf et M. Hansgirg en particulier, n'aient cité des cas de polymorphisme analogues à ceux que l'on connaît chez les Bactéries, mais il est à peine douteux que ces botanistes ont étudié des mélanges de genres et d'espèces, plutôt que des genres et des espèces descendant les uns des autres, et faisant partie d'un même cycle d'évolution.

» Une macération, que je conservais depuis un an dans une assiette protégée par un disque de verre, s'est recouverte, dans le courant de l'année 1891, d'une pellicule d'un beau vert bleuâtre, due à un Nostoc développé presque à l'état de pureté. Cet état s'est maintenu jusqu'à la fin de juillet; à ce moment, la culture a été abandonnée pendant la durée des vacances. En octobre 1891, la couche bleuâtre était remplacée, sur toute la surface de l'eau, par une pellicule mince, continue, chagrinée, gris jaunâtre, ou légèrement brunâtre, qui se laissait rompre facilement; à la loupe, elle se montrait formée d'un très grand nombre de petits nodules granuleux qui donnaient l'aspect chagriné.

» Un petit fragment de cette pellicule, porté dans une goutte d'eau sur un porte-objet, répand dans le liquide, sans s'être en apparence dissocié, de nombreuses cellules isolées, représentant l'état coccoïde. Ces cellules, légèrement teintées de gris brunâtre, paraissent absolument homogènes, sans membrane distincte; les unes sont à peu près sphériques, les autres plus ou moins aplaties d'un côté, d'autres sont plus longues que larges; leur plus grande largeur varie de 3 μ à 6 μ. On en rencontre aussi, rapprochées par deux, tournant l'une vers l'autre leur face aplatie, comme si elles provenaient d'une segmentation récente; d'autres, placées en file de trois ou de quatre, à la façon de fragments de Nostoc, sont beaucoup plus rares; ces dernières seules indiquent une parenté avec les Nostocs. Les petits nodules sont composés d'éléments semblables aux précédents; une légère pression suffit pour les écraser et les dissocier.

» La safranine colore très légèrement et uniformément ces cellules sans donner aucune indication sur la présence ou l'absence d'une membrane; le bleu coton, qui colore le protoplasme des Myxophycées, est sans action sur elles. Cependant, une goutte de glycérine, même diluée, contracte rapidement leur contenu, qui se détache irrégulièrement d'une membrane extrêmement mince et transparente; cette contraction est

---

(¹) Ces cocci sont d'une autre nature que les productions signalées par M. Wille dans le *Nostochopsis lobatus* et auxquelles il a donné le même nom.

due à une osmose trop brusque, car peu à peu les cellules reprennent exactement l'aspect qu'elles possédaient primitivement dans l'eau. Si l'on fait une préparation dans l'acide acétique au dixième, l'action, d'abord insensible, est lente et régulière; le contenu se contracte en boule tandis que la paroi, qui conserve sa forme primitive, est beaucoup plus nette que dans le cas précédent.

» Ces cellules, isolées ou non, ont une vie active; elles se multiplient, en conservant leurs caractères, par un cloisonnement transversal tout à fait semblable à celui d'un Nostoc, avec cette différence qu'il s'accompagne d'une prompte dissociation. Lorsqu'elles sont réunies en courtes files, on constate souvent une adhérence inégale entre elles. Beaucoup meurent et persistent quelque temps à l'état de vésicules vides; la membrane, qui n'était pas distincte sur les cellules vivantes, est alors parfaitement nette. La pellicule flottante, développée à l'automne de 1891, s'est beaucoup accrue pendant le printemps de 1892 et a formé au-dessus du niveau de l'eau, sur la paroi de l'assiette, une couche plus claire, jaune brunâtre, atteignant en certains points 2^{mm} d'épaisseur. Dans cette couche pariétale ont pris naissance de petits tubercules d'un vert plus ou moins foncé, dont la plupart ne dépassent pas 1^{mm} en diamètre et qui rappellent assez bien ceux du *Nostoc punctiforme*. Si cette détermination est exacte, peut-être faudrait-il considérer comme identiques aux cocci que je viens de décrire les spores indiquées par les auteurs dans le *Nostoc Hederulæ*. L'absence de coloration de ces spores, au moyen du bleu d'aniline, constatée par MM. Bornet et Flahault, me porterait à le croire. En tout cas, de véritables spores ne se sont pas développées dans mes cultures.

» Vers la fin du printemps, et au commencement de l'été, de très nombreux cocci se sont transformés en Nostoc. Une cellule isolée, grisâtre, passe au vert bleuâtre; sa membrane devient visible, puis augmente de diamètre en restant mince, se sépare du contenu et ne se gélifie que plus tard. Le contenu devient plus granuleux, se cloisonne en deux éléments, parfois inégaux, réunis l'un à l'autre à la manière des articles d'un Nostoc, puis en trois, quatre articles, et enfin en un filament qui se contourne, se pelotonne à l'intérieur de la gaine commune. Dès le début de cette transformation, la membrane se colore avec intensité par la safranine et le protoplasme retient fortement le bleu coton. J'ai observé les stades de cette germination, non seulement sur les matériaux frais pris dans l'assiette de culture, mais aussi dans des cultures entre deux lames de verre sous cloche humide.

» Lorsqu'on écrase, pour les observer au microscope, les colonies de couleur vert olive ou vert bleuâtre, les filaments sont étirés, déchirés à leurs extrémités, leurs cellules sont nettement en voie de division. Au contraire, dans les colonies plus âgées, de couleur vert noirâtre, les trichomes se dissocient en filaments de deux ou quelques articles, ou même en cellules isolées; ils ne sont pas étirés mais fragmentés. Celles-ci représentent donc le retour de la forme filamenteuse à la forme coccoïde. Suivant les colonies considérées, on trouve les stades intermédiaires entre ces deux états différents.

» Le *Nostoc* que j'ai rapporté, au moins provisoirement, au *Nostoc punctiforme*, peut donc présenter un état coccoïde tout différent de l'état filamenteux. Les cocci se multiplient pour produire des éléments semblables

à eux, et à un moment donné se développent en filaments de *Nostoc*. Des faits de ce genre n'avaient pas encore été signalés dans l'ensemble du groupe des Nostocacées. »

BOTANIQUE. — *Sur une Algue qui vit dans les racines des Cycadées.* Note de M. **P. Hariot**, présentée par M. Duchartre.

« On sait depuis longtemps déjà que certaines Nostocacées peuvent vivre dans les organes végétatifs d'un certain nombre de plantes. On en a signalé dans les *Lemna*, dans les *Anthoceros*, dans les feuilles des *Azolla*, dans le rhizome du *Gunnera scabra* et dans les racines de plusieurs Cycadées appartenant aux genres *Cycas* et *Zamia*. M. le professeur Reinke, qui s'est spécialement occupé de cette question, attribuait à un *Anabæna* l'Algue que l'on rencontre dans les *Cycas* et à un *Nostoc* (*N. Gunneræ*) celle qui abonde dans les *Gunnera*.

» Y a-t-il là réellement deux plantes de genres différents ou seulement deux espèces appartenant à un même genre? C'est ce que j'ai essayé de vérifier en cultivant par divers procédés des échantillons pris dans les *Gunnera*, ainsi que dans des *Zamia* et des *Cycas*. Les résultats ont été identiques dans tous les cas et m'ont montré que je n'avais affaire qu'à une seule et même plante. Par sa manière de se développer, par la disposition des organes, il était facile de reconnaître qu'il y avait bien là un *Nostoc* de la section *Amorpha* dans laquelle le thalle très petit est composé de filaments étroitement serrés et enchevêtrés et les trichomes sont peu distincts.

» L'examen attentif m'a permis d'identifier cette espèce au *Nostoc punctiforme* (Kütz.) P. Hariot, dans lequel j'avais antérieurement fait rentrer à titre de synonymes les *Polycoccus punctiformis* Kütz. et le *Nostoc Hederulæ* Meneghini. Le *Nostoc punctiforme* peut, en effet, être aquatique (c'est alors le *N. Hederulæ*) ou terrestre (*Polycoccus punctiformis*); quelle que soit d'ailleurs la condition dans laquelle il vive, il présente exactement les mêmes caractères (Cfr. Hariot, le genre *Polycoccus* Kützing ou Morot, *Journal de Botanique*, 16 janvier 1891, p. 29). Cette plante, qui pouvait jusqu'alors passer pour rare ou du moins peu commune, est donc abondamment répandue dans les cultures. Elle est encore intéressante en ce qu'elle présente un genre de vie tout spécial, sous la forme *Chroococcoïde*. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de fossiles dans le terrain azoïque de Bretagne.* Note de M. **Charles Barrois**, présentée par M. Fouqué.

« On trouve parmi les gneiss du Morbihan une couche intercalée, de couleur sombre, épaisse de quelques mètres seulement et très chargée de charbon. Elle est bien connue des minéralogistes, grâce à M. le comte de Limur, qui a doté un grand nombre de collections d'échantillons de ces gisements. Le charbon y est à l'état de paillettes cristallines de graphite; il se trouve associé à des grains cristallins de quartz, rutile, fer à divers états d'oxydation, et parfois feldspaths. La proportion du charbon est très variable, mais parfois assez grande pour qu'on ait tenté l'exploitation du graphite pour la fabrication des crayons et des creusets (Baden).

» Nous n'avons pu tracer l'affleurement de ce quartzite graphiteux sur la feuille de Vannes, publiée par le Service de la Carte géologique, et montrer ainsi qu'il constitue une couche ou nappe continue, contemporaine des gneiss dans lesquels elle est interstratifiée. L'étude sur le terrain montre d'ailleurs que ces gneiss ne sont pas très anciens dans la série; ils recouvrent les gneiss fondamentaux et passent latéralement, par disparition des éléments feldspathiques, à des micaschistes et à des schistes micacés : c'est pour cette raison que ces gneiss ont été distingués, sur la feuille de Vannes, sous le nom de *gneiss granulitiques* $\zeta^2\gamma^1$. Ils représentent des schistes azoïques, métamorphisés par l'injection de la granulite.

» Le quartzite graphiteux de la feuille de Vannes, loin d'être un accident local, constitue un terme normal de la série azoïque de la région; mais, tandis qu'il est interstratifié dans les gneiss granulitiques de la feuille de Vannes, on constate, en le suivant au Nord-Ouest (feuille de Lorient) et au Sud-Est (feuilles de Saint-Nazaire, Nantes), qu'il y est intercalé dans des micaschistes et des schistes micacés (ζ^2), moins affectés par la granulite. M. Fouqué nous l'a fait connaître dans les schistes à minéraux (ζ^2) des environs de Pornic; j'ai pu le suivre d'une façon régulière du Finistère jusqu'en Vendée. Cette couche n'est même pas limitée au flanc sud de la presqu'île armoricaine, car nous l'avons retrouvée et suivie au nord de la Bretagne, dans le département des Côtes-du-Nord et jusqu'en Normandie.

» Comparée à celle de la région méridionale, la série des terrains primitifs et azoïques de la partie septentrionale de la Bretagne ne nous a présenté que deux différences notables : 1° elle a été moins modifiée par les

émanations granulitiques; 2° l'étage des schistes à minéraux (ζ^2 de la légende) est caractérisé par l'abondance des roches basiques à amphibole, interstratifiées. Par suite, la série est moins métamorphique; ainsi les quartzites graphiteux, par exemple, sont à l'état de quartzite ou de phtanite charbonneux; de plus, il est facile de délimiter l'étage des schistes à minéraux (ζ^2) de celui des phyllades de Saint-Lô (x), qui lui succède, tandis que cette limite nous a paru insaisissable dans le sud de la Bretagne.

» On constate ainsi que le niveau des quartzites charbonneux est localisé vers la limite de ces deux étages, et qu'on peut à volonté le ranger au sommet du terrain primitif, comme nous l'avons fait sur les feuilles déjà publiées du sud de la Bretagne, ou le classer à la base du système précambrien des phyllades de Saint-Lô. L'âge de ces quartzites charbonneux est établi d'une façon absolue, non seulement par l'observation stratigraphique, mais encore par le fait que nous avons retrouvé ces quartzites et phtanites charbonneux, remaniés, à l'état de galets, dans les poudingues cambriens (S^{1a}) et dans les poudingues précambriens (x^b) de la région. On les reconnaît dans les poudingues de Gourin, de Ploërmel, que nous classons au sommet du système des phyllades de Saint-Lô; on les trouve également dans les poudingues de Granville, de même âge d'après nous, mais que Hébert croyait cependant devoir placer, contrairement à notre opinion, à la base de ce système de Saint-Lô.

» La haute antiquité du niveau des quartzites charbonneux ne peut donc laisser place au moindre doute. Leur développement est parfois considérable : ainsi ils suffisent à l'entretien de toutes les routes du canton de Lamballe (Côtes-du-Nord); ils y forment plusieurs bancs superposés, de quelques mètres d'épaisseur, où des phtanites charbonneux alternent avec des quartzites et avec des schistes. Ces phtanites charbonneux des environs de Lamballe présentent en lames minces un intérêt exceptionnel. On y observe facilement, au microscope, parmi les grains de quartz, de charbon et de pyrite, des sections circulaires ou contournées très remarquables, d'un aspect tout spécial, dont l'origine organique ne semble guère douteuse : elles me rappelèrent à première vue les sections de *Radiolaires*, que j'avais observées dans les phtanites à Graptolites du silurien de Bretagne. Avant de signaler ce fait, j'ai voulu soumettre mes préparations des phtanites de Lamballe à l'examen de M. Cayeux, qui nous a déjà appris tant de faits nouveaux sur la composition des roches siliceuses des terrains sédimentaires. M. Cayeux, qui a bien voulu se charger de décrire ces roches

en détail, nous écrit que la présence de *Radiolaires* dans ces phtanites est indéniable, et qu'on peut même les rapporter aux *monosphæridæ*, formes les plus primitives du groupe.

» Ces radiolaires des phtanites de Lamballe sont les plus anciens débris organiques trouvés jusqu'à ce jour en France, et probablement au monde, puisque ces phtanites, classés jusqu'ici dans le terrain azoïque primitif, se trouvent réellement vers la limite des systèmes laurentien et précambrien, entre ζ et x. Ces phtanites, parfois interstratifiés dans les gneiss, nous donnent ainsi à la fois des indications sur la genèse des gneiss granulitiques, indications conformes à la théorie de M. Michel-Lévy, et des données nouvelles sur l'apparition des plus anciennes formes organiques. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte de silex taillés dans les alluvions quaternaires à* Rhinoceros Mercki *de la vallée de la Saône à Villefranche.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Il existe, sur la rive droite de la Saône, entre Villefranche et le pont de Beauregard, un certain nombre de sablières entaillées dans une petite terrasse fluviatile, dont l'altitude s'élève à 10^m-15^m au-dessus du thalweg actuel de la Saône.

» La partie de ce dépôt exploitée dans les sablières (10^m au-dessus de la Saône) consiste en sables fins, gris-jaunâtres, analogues à ceux de la rivière actuelle et ne contient d'autres fossiles que des Bithynies du groupe de *B. tentaculata* actuelle. Mais, en dessous des sables fins, on trouve des graviers grossiers qui renferment en quantité considérable des ossements et des dents de Mammifères, dont notre confrère M. Delafond a bien voulu me signaler la présence. J'ai pu réunir en quelques mois une collection importante de ces os et y reconnaître la petite faune quaternaire suivante :

» *Rhinoceros Mercki* Kaup (molaires, métacarpien, onciforme).

» *Elephas cf. antiquus* Falc. (fragments de molaires dont la forme étroite convient à cette espèce, mais dont les lamelles sont moins épaisses que dans le type du Nord).

» *Sus scrofa* L. (défenses).

» *Equus caballus* L. (type de grande taille représenté par des mâchoires entières et de nombreux ossements).

» *Bison priscus* Boj. (chevilles des cornes, mâchoires entières, os nombreux).

» *Cervus megaceros?* Hart. (molaires isolées qui pourraient se rapporter à *C. canadensis*).

» *Cervus elaphus* L. (base de bois, portion de mandibule, os des membres).

» *Hyæna crocuta* L., race *spelæa* Goldf. (mandibule).

» L'association de ces huit espèces s'accorde nettement pour faire considérer la faune des *sables de Beauregard* comme une faune quaternaire de climat tempéré ou chaud, tout à fait identique à la faune dite *chelléenne*, dont les alluvions de Chelles, en France, et de Gray's Thurrock, en Angleterre, fournissent les exemples les plus classiques. Il convient de remarquer, notamment, l'absence des espèces de climat froid ou *glaciaires*, telles que le Mammouth, le *Rhinoceros tichorhinus*, le Renne, etc.

» Au point de vue stratigraphique, la terrasse des sables de Beauregard, par sa faible altitude au-dessus de la Saône, est sûrement postérieure à la grande extension glaciaire alpine dont les moraines frontales ont édifié, à l'aide de leurs cônes de déjections, de hautes terrasses de graviers qui, dans la basse vallée de la Saône, s'élèvent à plus de 50^m au-dessus du thalweg actuel.

» D'autre part, on a recueilli en des points nombreux du bassin de la Saône des molaires d'*Elephas primigenius* dans les graviers du fond de la rivière et, par conséquent, à un niveau bien inférieur à la terrasse de Villefranche. La présence de cette espèce glaciaire semble donc indiquer, après la faune de Beauregard, un retour de froid qui peut correspondre à une deuxième extension glaciaire dont les limites exactes sont encore à rechercher.

» Il résulte de ces considérations que la faune tempérée de Beauregard occupe stratigraphiquement une position *interglaciaire*.

» C'est dans ces mêmes graviers à faune tempérée que j'ai pu recueillir, dans ces derniers temps, plusieurs silex dont la taille intentionnelle n'est pas douteuse. Ces silex ne présentent pas la forme amygdaloïde classique du *type de Saint-Acheul;* ils n'ont de retouches que sur une seule face, comme dans l'instrument dit *du Moustier*. Le rapprochement avec ce dernier type persiste jusque dans le détail des formes, car on peut facilement reconnaître dans les silex de Beauregard le *râcloir* et la *pointe* moustiériennes. L'industrie humaine, à l'époque interglaciaire, aurait donc été sensiblement différente dans la vallée de la Saône et dans le bassin de Paris.

» Quoi qu'il en soit, les silex taillés de Beauregard sont les premiers, à ma connaissance, qui aient été trouvés en place dans les alluvions du

bassin de la Saône ; ils constituent une preuve certaine, et la plus ancienne connue, de la présence de l'homme dans ce pays à l'époque de réchauffement qui a suivi la plus grande extension des glaciers alpins. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er AOUT 1892.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. 6e série, août 1892, t. XXVI. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Traité de Chimie industrielle, par MM. WAGNER, FISCHER et L. GAUTIER. T. II, fasc. IV et V. Paris, Savy; 1 vol. gr. in-8°.

Intégrales eulériennes ou elliptiques, par EUGÈNE CATALAN. Bruxelles, F. Hayez, 1892; br. in-4°.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-Verbaux des séances de 1891. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Minutes of Proceedings of the institution of civil Engineers; with other selected and abstracted Papers, vol CVIII. London, 1892; 1 vol. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, 1892. *Rendiconto dell' adunanza solenne del 5 giugno* 1892 *onorata dalla presenza di S. M. il Re.* Roma, 1892; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AOUT 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

CORRESPONDANCE.

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie d'un condensateur intercalé dans le circuit secondaire d'un transformateur.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Lippmann.

« Si l'on intercale, dans un circuit de courant alternatif, un transformateur dont le circuit secondaire contient un condensateur, les phénomènes qui s'y produisent sont exprimés par le système suivant

$$(1)\quad \begin{cases} \text{Primaire} \ldots\ldots\ldots & E_0 \sin \omega t - L\dfrac{di}{dt} - M\dfrac{di'}{dt} - Ri = 0 \\ \text{Secondaire} \ldots\ldots & M\dfrac{di}{dt} - l\dfrac{di'}{dt} - e - ri = 0 \\ \text{Condensateur} \ldots & k\dfrac{de}{dt} - i' = 0 \end{cases}$$

où $E = E_0 \sin \omega t$ est la force électromotrice aux bornes de la source électrique, que nous supposons sinusoïdale; $L = \Lambda + \lambda$ le coefficient de self-induction total du circuit primaire, se composant de Λ, le coefficient de l'enroulement primaire du transformateur, et de λ, celui du reste du circuit; l le coefficient du secondaire; M le coefficient d'induction mutuelle; R, i et r, i' la résistance réelle et l'intensité du courant dans le

primaire et dans le secondaire; K la capacité du condensateur dont e est la différence de potentiel aux bornes; T est la durée d'une période et $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

» On peut réduire le système (1) à l'équation linéaire suivante

$$(2)\quad \begin{cases} (M^2 + Ll)\dfrac{d^3 i}{dt^3} + (Rl + rL)\dfrac{d^2 i}{dt^2} + \left(Rr + \dfrac{L}{K}\right)\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R}{K} i \\ \quad = E_0\left(r\omega \cos\omega t - \dfrac{Kl\omega^2 - 1}{K} \sin\omega t\right). \end{cases}$$

Quels que soient les coefficients de cette équation, lorsque le régime régulier est établi, on a

$$\begin{aligned} i = I &= \sum_1^3 e^{-\delta_1 t} \int \frac{(\delta_3 - \delta_2) e^{\delta_1 t} E_0 \left(r\omega \cos\omega t - \dfrac{Kl\omega^2 - 1}{K} \sin\omega t\right)}{\delta_2\delta_3^2 - \delta_3\delta_2^2 + \delta_3\delta_1^2 - \delta_1\delta_3^2 + \delta_1\delta_2^2 - \delta_2\delta_1^2} dt \\ &= \frac{\dfrac{1}{K} E_0 (P \sin\omega t + Q \cos\omega t)}{\delta_2\delta_3^2 - \delta_3\delta_2^2 + \delta_3\delta_1^2 - \delta_1\delta_3^2 + \delta_1\delta_2^2 - \delta_2\delta_1^2} \\ &= \frac{\dfrac{1}{K} E_0 \sqrt{P^2 + Q^2} \sin(\omega t - \varphi)}{\delta_1(\delta_2 + \delta_3)(\delta_2 - \delta_3) + \delta_2(\delta_1 + \delta_3)(\delta_1 - \delta_3) + \delta_3(\delta_1 + \delta_2)(\delta_1 - \delta_2)}, \end{aligned}$$

où $\tan\varphi = -\frac{Q}{P}$ détermine la différence de phase entre le courant et la force électromotrice de la source.

» L'inspection de cette formule indique tout de suite que I ne peut être que sinusoïdal, dès que E l'est également. Au lieu de calculer les racines δ, nous arrivons donc plus rapidement à l'expression finale de I, en posant

$$(3)\qquad I = A \sin\omega t + B \cos\omega t = I_0 \sin(\omega t - \varphi),$$

et si ε et I' désignent les valeurs de e et i' une fois le régime atteint, nous pouvons poser, d'une façon analogue,

$$\varepsilon = C \sin\omega t + \text{I} \cos\omega t = \varepsilon_0 \sin(\omega t - \chi)$$

et

$$I' = A' \sin\omega t + B' \cos\omega t = I'_0 \sin(\omega t - \psi).$$

» En substituant ces valeurs de I et ε dans les deux premières équations de (1), après en avoir éliminé i' au moyen de la troisième, la condition que ces équations soient satisfaites, pour une époque quelconque, par ces valeurs, donne quatre équations pour A, B, C et II, dont le déterminant,

en général, ne s'évanouit pas. Nous obtenons ainsi la valeur de ces constantes, et nous avons finalement

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} I_0 &= \sqrt{A^2 + R^2} = E_0 \sqrt{\frac{r^2k^2\omega^2 + (lk\omega^2 - 1)^2}{[(M^2\omega^2 - Rr)k\omega + L\omega(lk\omega^2 - 1)]^2 + [Lrk\omega^2 + R(lk\omega^2 - 1)]^2}} \\ &= \frac{E_0}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2 - \frac{M^2\omega^2}{r}\left(2R - \frac{M^2\omega^2}{r} - 2\frac{L}{r}\frac{kl\omega^2 - 1}{k}\right)\left[1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{rk\omega}{kl\omega^2 - 1}\right)^2}\right]}}. \end{aligned}\right.$$

Le dénominateur exprime la valeur de la résistance apparente, dans le cas d'un condensateur agissant par l'intermédiaire d'un transformateur. L'angle du retard de phase du courant primaire est donné par la formule

$$(5)\quad \operatorname{tang}\varphi = -\frac{B}{A} = \frac{[(M^2 + Ll)l\omega^5 + Lr^2\omega^3]k^2 - (M^2 + 2Ll)\omega^3k + L\omega}{[(Rl^2 - M^2r)\omega^4 + Rr^2\omega^2]k^2 - 2Rl\omega^2k + R}.$$

» On tire des formules analogues pour ε, ainsi que $I' = k\omega\varepsilon$, notamment

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} \varepsilon_0 &= \frac{E_0 M\omega}{\sqrt{[(M^2\omega^2 - Rr)k\omega + L\omega(lk\omega^2 - 1)]^2 + [Lrk\omega^2 + R(lk\omega^2 - 1)]^2}}, \\ I'_0 &= k\omega\varepsilon_0 = \frac{MI_0\omega}{\sqrt{r^2 + \omega^2\left(l - \frac{1}{k\omega^2}\right)^2}}, \\ \operatorname{tang}\chi &= -\frac{D}{C} = \frac{(Rl + Lr)\omega^2k - R}{L\omega - [(M^2 + Ll)\omega^3 - Rr\omega]k}, \\ \operatorname{tang}\psi &= -\cot\chi. \end{aligned}\right.$$

» Ces formules contiennent la solution générale du problème. Cherchons maintenant la valeur de la capacité pour laquelle I_0 est celle qui correspond à la loi d'Ohm. On trouve une équation du deuxième degré dont les racines sont

$$(7)\quad k = L\frac{(M^2 + Ll)\omega \pm \sqrt{(2RM^2 - L^2r)r}}{(M^2 + Ll)^2\omega^3 - (2RM^2 - L^2r)r\omega} = \alpha \pm \beta.$$

» Si

$$(8)\quad R > \frac{L^2}{M^2}\frac{r}{2},$$

il existe une valeur réelle de la capacité qui rétablit pour l'amplitude du courant la loi d'Ohm ; il en existe même deux.

» Pour

$$(9)\quad R = \frac{L^2}{M^2}\frac{r}{2},$$

ces deux valeurs coïncident. En portant sur l'axe des abscisses les capacités, et sur l'axe des ordonnées le carré de la résistance apparente correspondante, on trouve, suivant (4), que leur relation est représentée par une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des ordonnées. En effet, comme l'indique (4), chaque valeur de la résistance apparente peut être réalisée par deux valeurs différentes de la capacité. Dans le cas (8), le sommet de cette parabole a pour tangente la droite $y = \mathrm{R}^2$. Pour $\mathrm{R} < \frac{\mathrm{L}^2}{\mathrm{M}} \frac{r}{2}$ (9), la parabole n'a aucun point commun avec cette droite; dans ce cas, aucune capacité ne peut rétablir la loi d'Ohm. Pour (8), la parabole va même au-dessous de la droite en question; on trouve donc ce fait paradoxal, qu'en choisissant la valeur de la capacité entre $\alpha + \beta$ et $\alpha - \beta$, on obtient une *résistance apparente plus petite que la résistance ohmique*. En particulier, pour $\mathrm{K} = \alpha$, la valeur de la résistance apparente est $\sqrt{\mathrm{R}^2 - \beta^2 \omega^2}$; seulement, dans ce cas, la tangente du retard de phase (5) est de l'ordre de grandeur de ω. En pratique, ω étant grand (pour 40 périodes par seconde $\omega = 251,2$), le retard de phase est voisin de un quart d'onde et β a une valeur très petite par rapport à α (quelques centimètres, en face de quelques microfarads).

» Si l'on choisit $\mathrm{R} = \frac{\mathrm{L}^2}{\mathrm{M}^2} \frac{r}{2}$, on a (7)

$$(10) \qquad \mathrm{K} = \frac{1}{\omega^2 \left(l + \frac{\mathrm{M}^2}{\mathrm{L}} \right)}.$$

» Si l'on avait intercalé une capacité K' dans le primaire pour équilibrer la self-induction L, on aurait dû faire $\mathrm{K}' = \frac{1}{\omega^2 \mathrm{L}}$. Dans le cas qui nous occupe, la capacité est donc réduite *plus* que dans le rapport du carré des nombres des spires du transformateur. »

MÉCANIQUE. — *Vaporisation dans les chaudières*. Note de M. DE SWARTE, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 juillet dernier, M. Witz fait observer : 1° que ses expériences diffèrent essentiellement des miennes; 2° que ses conclusions sont opposées aux miennes.

» Sur le premier point, je suis d'autant plus d'accord avec M. Witz, que moi-même le premier, dans la Note parue aux *Comptes rendus* du

13 juin dernier, j'ai fait ressortir la différence essentielle qui existe entre ses expériences et les miennes (1).

» Sur le second point, je rappellerai que, en 1892, les conclusions de M. Witz sont : 1° l'effet Boutigny ne se produit pas dans les chaudières sur tôles rougies ; 2° la vaporisation est d'une activité qui mérite d'arrêter l'attention des savants et des ingénieurs. Or, en 1885, mes conclusions ont été : 1° la caléfaction ne se produit pas sur les tôles rougies de chaudières (sous une couche d'eau continue de 4^{mm} d'épaisseur) (2); 2° la vaporisation est 80 fois aussi grande que celle qui se produit en marche normale. Il me semble qu'il ne peut y avoir plus de ressemblance, entre les conclusions des deux parties.

» Si les chiffres de vaporisation diffèrent, cela peut tenir à ce que la température des tôles était plus élevée dans mes expériences que dans celles de M. Witz, car cette température, dans les deux cas, a été appréciée à la vue, et n'est, par conséquent, pas susceptible de précision. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouvelles combinaisons de la pipéridine.* Note de M. **Raoul Varet**.

« Étant donné le nombre toujours croissant des combinaisons d'addition et la stabilité de certains de ces composés, les chimistes ont dû admettre l'existence de valences moléculaires. J'ai pensé qu'il y avait intérêt à préciser cette notion, et à rechercher quelle est l'influence de la nature et de la fonction des constituants sur la composition et sur les propriétés des produits formés. Les combinaisons qui m'ont semblé les plus propres à faciliter la solution du problème que je m'étais posé sont celles qui résultent de l'union des sels métalliques avec les composés organiques azotés d'ordre basique. On se trouve, en effet, en présence de séries où les comparaisons sont aisées. Aussi ai-je d'abord entrepris de rechercher comment varie la saturation des sels d'un même métal par le gaz ammo-

(1) M. Witz dit n'avoir pas vu ma signature à l'article cité des *Annales industrielles*. L'article, en effet, n'est pas de moi, mais il est consacré à la description de mes expériences faites en 1885 ; il a été écrit sur des Notes envoyées par moi, et mon nom est plusieurs fois rappelé : il est donc hors de doute que les expériences qui y sont développées m'appartiennent.

(2) Ce qui est entre parenthèses ressort de l'énoncé de mes expériences.

niac et par diverses bases organiques. J'ai eu l'honneur, dans de précédentes Communications (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 390 et 622), de soumettre à l'Académie les résultats que j'avais obtenus en faisant agir la pyridine en excès sur un certain nombre de sels halogènes; j'ai poursuivi ces recherches en étudiant l'action de la pipéridine sur les sels d'argent.

» I. *Argentoiodure de pipéridine.* — Dans un petit ballon muni d'un réfrigérant ascendant, on chauffe vers 100° de la pipéridine et de l'iodure d'argent jusqu'à ce que ce dernier soit entièrement dissous. Cette dissolution est assez lente, plus rapide cependant qu'avec la pyridine. Elle est accompagnée d'une faible réduction de AgI tandis que la pipéridine se colore légèrement en brun. La liqueur filtrée encore chaude laisse déposer des aiguilles fines, transparentes, qui, séchées entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$AgI, C^5H^{11}Az.$$

» Lorsqu'on chauffe ce corps avec précaution, à l'abri de la lumière, toute la pipéridine se dégage, sans qu'il y ait une altération notable de l'iodure d'argent. Il est décomposable par l'eau. Exposé à l'air et à la lumière, il noircit.

» II. *Argentobromure de pipéridine.* — On chauffe vers 80° du bromure d'argent avec de la pipéridine jusqu'à ce que la dissolution soit complète, ce qui a lieu plus facilement qu'avec l'iodure; la réduction est aussi plus notable qu'avec AgI. La liqueur filtrée abandonne par refroidissement des aiguilles, qui, pressées entre des doubles de papier pour les débarrasser de l'excès de pipéridine, répondent à la formule

$$AgBr, 2C^5H^{11}Az.$$

» C'est un corps décomposable par l'eau. Il est beaucoup plus stable que le composé correspondant obtenu avec la pyridine; ce dernier se décompose à la température ordinaire avec une facilité telle qu'il est impossible de l'obtenir inaltéré. En outre, la solution de AgBr dans C^5H^5Az, chauffée, laisse déposer du bromure d'argent, ce qui n'a pas lieu avec la pipéridine.

» III. *Argentochlorure de pipéridine.* — Contrairement à ce qui arrive avec la pyridine, le chlorure d'argent se dissout aisément dans la pipéridine chauffée au bain-marie; comme avec les autres sels d'argent, la dissolution est accompagnée d'une réduction qui, dans le cas présent, est beaucoup plus abondante qu'avec les autres composés halogénés déjà étudiés. On obtient des aiguilles prismatiques groupées en houppes qui, essorées entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$AgCl, 2C^5H^{11}Az.$$

C'est un corps altérable à l'air. Exposé à la lumière il brunit, puis noircit. L'eau le décompose.

» IV. *Argentocyanure de pipéridine.* — Dans de la pipéridine chauffée vers 80°, on dissout du cyanure d'argent bien sec. La liqueur filtrée, encore chaude, laisse déposer par refroidissement des aiguilles transparentes qui, comprimées entre des

doubles de papier pour les débarrasser de l'excès de base, répondent à la formule

$$AgCAz, 2C^5H^{11}Az.$$

Ce corps, quand on le chauffe fortement, perd sa pipéridine et son cyanogène, il reste sur le fond de la capsule dans laquelle on a fait l'expérience un magnifique miroir d'argent métallique. C'est un corps altérable à l'air et à la lumière.

» En résumé, on voit :

» 1. Que la pipéridine, base secondaire, donne, avec les sels d'argent, des combinaisons beaucoup plus stables que celles qui résultent de l'union de la pyridine, base tertiaire, avec les mêmes sels.

» 2. Pour la pyridine, la facilité de combinaison avec les sels d'argent va en croissant du chlorure au bromure et à l'iodure : c'est l'inverse avec la pipéridine.

» 3. Le chlorure d'argent fixe 2 molécules $C^5H^{11}Az$; la combinaison de ce sel avec C^5H^5Az n'est pas stable à la température ordinaire.

» Les bromure et cyanure d'argent fixent 2 molécules $C^5H^{11}Az$ et 1 molécule seulement de C^5H^5Az.

» L'iodure d'argent fixe 1 molécule de chacune des bases. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une application de l'analyse chimique pour fixer l'âge d'ossements humains préhistoriques.* Note de M. ADOLPHE CARNOT.

« Une nombreuse série d'analyses, effectuées sur des ossements fossiles de tous les âges, m'a permis de conclure que, si leur composition générale varie beaucoup avec la nature des terrains dans lesquels ils sont enfouis, il existe une relation assez constante entre les quantités de fluor et de phosphore, que contiennent les ossements des temps primaires et secondaires. Il y a beaucoup moins de fluor dans ceux des temps tertiaires, des temps quaternaires et surtout des temps modernes ([1]).

» Si on la représente par 1 dans les ossements anciens, la proportion de fluor se réduit successivement (d'après la moyenne des analyses faites jusqu'ici) à environ : 0,64 pour les ossements tertiaires; 0,35 pour les ossements quaternaires; 0,05 ou 0,06 pour les ossements modernes.

» J'ai fait observer que l'examen chimique, fait à ce point de vue spécial, d'ossements quaternaires et d'ossements humains trouvés dans les

([1]) *Comptes rendus*, séance du 25 juillet 1892.

mêmes gîtes, pourrait servir à fixer l'âge véritable de ceux-ci, en montrant s'ils sont ou non contemporains des premiers. Une occasion n'a pas tardé à se présenter, de faire application de cette méthode.

» M. Émile Rivière a bien voulu me remettre quelques ossements d'animaux quaternaires, trouvés dans les sablières de Billancourt (Seine), et un tibia humain rencontré au voisinage, dans les mêmes sablières. Plusieurs savants avaient considéré ces différents os comme étant du même âge; M. Rivière avait déclaré, au contraire, que l'os humain était plus récent et que le terrain avait été remanié ([1]); il se fondait sur la différence des caractères physiques. En effet, les os d'animaux sont blancs et friables, tandis que le tibia humain est jaune-brunâtre, léger, et assez mou pour s'aplatir sous le choc.

» La calcination a donné : pour deux échantillons d'os d'animaux, 12,93 et 12,69 de matière organique, cendres d'un blanc verdâtre; pour le tibia humain, 19,65 de matière organique, cendres d'un gris bleuâtre (colorations dues au phosphate de fer). On a ensuite constaté dans les cendres : traces de chlore, absence de pyrite de fer et de sulfate de chaux, quantité notable de sable siliceux, surtout dans l'os humain.

» Les différences apparaissent surtout dans les dosages suivants :

	Fragments d'os longs.	Scapulum de Cervidé.	Tibia humain.
Peroxyde de fer........	0,21	0,19	3,06
Acide carbonique.......	6,06	4,75	6,15
Acide phosphorique.....	34,20	35,67	28,72
Fluor..................	1,43	1,84	0,17

» Une apatite de même teneur en phosphore contiendrait :

Fluor..................	3,05	3,18	2,56

» Le rapport de ces quantités de fluor est :

0,469	0,578	0,066

» Il ressort de là clairement que l'os humain, ne renfermant que la proportion de fluor normalement contenue dans les os modernes, tandis que les os d'animaux quaternaires en contiennent de 7 à 9 fois plus, n'est pas

([1]) *Association française pour l'avancement des Sciences.* Congrès de la Rochelle, 1882.

du même âge que ces derniers et n'a été introduit qu'à une époque beaucoup plus récente dans les graviers anciens de la Seine.

» En comparant les analyses, on voit que l'os humain renferme plus de matière organique, plus d'oxyde de fer, et relativement plus de carbonate de chaux, que les os d'animaux plus anciens. Mais ce ne sont pas là des caractères distinctifs et constants; il arrive même, le plus souvent, que les ossements fossiles sont plus riches que les ossements modernes en oxyde de fer et en carbonate de chaux. L'augmentation progressive de la teneur en fluor paraît être, au contraire, un caractère d'une véritable constance. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau genre de tige permo-carbonifère, le* G. Retinodendron Rigolloti. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« A plusieurs reprises, j'ai appelé l'attention sur une particularité intéressante de l'organisation des plantes de l'époque permo-carbonifère : c'est l'abondance des canaux à gomme ou à résine, des réservoirs contenant du tannin ou divers mucilages, répartis dans leurs tissus. J'ai fait connaître : les tiges de Sigillaires âgées, dont la surface montre d'innombrables appareils sécréteurs corticaux, correspondant aux cicatrices des feuilles tombées; les pétioles des *Myelopteris*, dont le tissu tout entier est criblé de tubes à gomme; les rameaux et les feuilles des Dolérophyllées dont chaque faisceau vasculaire est accompagné de nombreux canaux de même nature; les *Colpoxylon*, les *Medullosa*, les *Cycadoxylon*, dans lesquels la partie extérieure de l'écorce renferme également une grande quantité de réservoirs à gomme. On pourrait facilement multiplier ces exemples; mais aujourd'hui je me bornerai à la description d'un genre nouveau, remarquable par le développement extraordinaire de ces appareils.

» L'échantillon sur lequel est fondé ce nouveau genre de Gymnosperme houiller a été recueilli dans les gisements silicifiés d'Autun, par M. Rigollot, qui me l'a confié pour en faire l'étude.

» Le fragment de tige en question a été déformé et brisé en partie lors de la silicification; il ne présente qu'une portion du cylindre ligneux et du liber, qui mesurent, sur une coupe transversale, 12^{mm} à 13^{mm}, *trois* pour le bois et *neuf* pour le liber. Ce dernier est donc trois fois plus épais que le bois.

» Le cylindre ligneux est composé de trachéides ponctuées, à section

transversale quadrangulaire ou arrondie, mesurant $0^{mm},09$ de diamètre; les parois sont peu épaissies et portent latéralement des ponctuations à contour hexagonal, contiguës et disposées en quinconce sur deux à quatre rangées verticales. Les séries rayonnantes des trachéides sont formées, en épaisseur, de deux à quatre rangées, et séparées par des rayons médullaires composés de cellules deux à trois fois plus grandes dans le sens radial que dans celui de la hauteur. Elles forment des lames verticales comprenant en épaisseur une ou deux rangées, et en hauteur deux à vingt-six files de cellules superposées. La zone génératrice est assez mal conservée.

» La partie la plus curieuse est sans contredit le liber, dont certaines régions prennent, dans ce genre, un développement tout à fait extraordinaire. Il se compose de plusieurs zones concentriques de canaux à gomme ou à résine et de cellules à parois sclérifiées qui alternent régulièrement. Ces canaux sont placés en lignes circulaires continues; leur cavité, interrompue d'espace à autre par quelques cloisons, renferme une substance brune, souvent granuleuse. Il n'est pas rare de trouver des tubes présentant çà et là des renflements variqueux; quelques-uns de ces renflements sont déchirés, comme si une fermentation interne avait déterminé l'apparition de gaz et que la pression eût fait éclater ces sortes d'ampoules.

» Sur une coupe transversale, ils se détachent en noir, et leur section quadrangulaire mesure $0^{mm},01$ à $0^{mm},02$ environ de côté. Ils sont entourés d'une gaine de cellules sécrétrices, à minces parois, quatre à cinq fois plus hautes que larges; autour de cette première gaine s'en trouve une seconde, constituée par des cellules de même forme, sur les parois desquelles on distingue parfois des traces de grillages irréguliers.

» Cette première zone de canaux à gomme comprend quinze à seize rangées concentriques. Elle est enveloppée par un cercle de grosses cellules parallélépipédiques, à parois fortement sclérifiées, également disposées dans le plus grand ordre sur des lignes concentriques. Ces lignes sont au nombre de neuf et les cellules y sont placées en files verticales contiguës; çà et là, on remarque quelques canaux à gomme intercalés. Sur une coupe transversale, ces cellules scléreuses mesurent $0^{mm},05$ dans le sens tangentiel, $0^{mm},10$ suivant le rayon, et $0^{mm},09$ dans le sens de la hauteur.

» Plus extérieurement vient une deuxième zone de tubes à gomme, disposés comme ceux de la première, mais sur vingt-trois à vingt-quatre lignes concentriques. Puis vient un autre cercle de cellules sclérifiées, qui comprend cinq lignes concentriques de cellules disposées en alternance avec des canaux à gomme. Enfin, la dernière couche conservée de l'échan-

tillon, est formée d'une troisième zone de tubes à gomme, dans laquelle on peut compter jusqu'à cinquante cercles concentriques. La disposition régulière des canaux et des cellules sclérifiées rappelle celle de certaines régions du liber des Poroxylées; mais, dans ces derniers, ce sont les tubes grillagés et les cellules parenchymateuses qui offrent cette régularité. L'écorce n'était pas conservée dans notre échantillon.

» La structure du bois indique que ce nouveau genre appartient aux Gymnospermes; sa densité et le peu d'épaisseur des rayons cellulaires ligneux l'éloignent des Cycadées ordinaires; mais ces mêmes rayons qui sont composés l'écartent des Conifères; il faisait donc partie d'une famille de Gymnospermes actuellement éteinte. Ce genre est surtout intéressant à cause de la quantité notable de produits gommeux ou résineux qu'il a pu fournir lors de la formation de la houille.

» Des faits qui précèdent, il est permis de conclure : 1° qu'à aucune autre époque les végétaux sécrétant des produits variés, tels que gommes, résines, tannins, etc., n'ont été plus abondants; 2° que la houillification de ces produits est l'origine des substances jaunes ou brunes que l'on trouve : dans les schistes bitumineux, formant des bandes ou de petites lentilles irrégulières; dans la houille, imprégnant plus ou moins les tissus conservés; dans le cannel-coal, empâtant une foule de débris reconnaissables de végétaux. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le diabète pancréatique.* Note de MM. Lancereaux et A. Thiroloix (¹).

« Dès l'année 1877, M. Lancereaux avait établi cliniquement l'existence d'un diabète sucré à évolution rapide, lié à la destruction du pancréas. En 1888, le même auteur avait adopté la classification suivante des diabètes : 1° diabète nerveux traumatique ou spontané; 2° diabète gras ou constitutionnel; 3° diabète maigre ou pancréatique.

» Les expériences pratiquées depuis lors sur les animaux ont confirmé l'existence de ce dernier diabète. L'extirpation totale du pancréas, chez le chien, amène constamment un diabète sucré à évolution plus ou moins rapide (28 à 120 jours), ainsi que l'ont établi MM. Von Mering et Min-

(¹) Extrait, par les auteurs, d'une lecture faite à l'Académie par M. Lancereaux, dans la séance du 8 août.

kowski, Lépine, Hédon, Gley et Thiroloix. Toutefois, comme la destruction de la glande pancréatique, sur place, par des injections de matière inerte, n'est suivie ni de glycosurie, ni de trouble de dénutrition important, M. Thiroloix était arrivé à croire que le traumatisme nerveux qui accompagne l'ablation de cette glande est la condition génésique du diabète, et cette manière de voir s'appuyait encore sur la constatation d'une hypertrophie des ganglions solaires, chez quelques individus ayant succombé au diabète pancréatique.

» MM. Lancereaux et Thiroloix présentent aujourd'hui le résultat d'expériences plus récentes, qui les amènent à une conclusion différente. Ces expériences consistent à opérer, dans un premier temps, chez le chien, sous la peau de l'abdomen, l'ectopie d'une portion plus ou moins étendue du parenchyme pancréatique (portion duodénale) avec son pédicule vasculo-nerveux. Deux ou trois semaines plus tard, l'extirpation de tout le reste du pancréas abdominal est pratiquée, en même temps que la section du pédicule vasculo-nerveux allant à la portion pancréatique ectopiée, de telle sorte qu'il ne reste chez l'animal que cette dernière portion, qui s'y est greffée et qui déverse au dehors son produit de sécrétion, par l'intermédiaire d'un trajet fistuleux. L'animal n'est toujours pas diabétique, mais si, dans un troisième temps, l'on vient à enlever cette greffe, la glycosurie et l'azoturie apparaissent au bout de quelques heures.

» Cette expérience, maintes fois répétée, ayant toujours donné un résultat identique, il faut bien admettre que ce n'est pas la sécrétion glandulaire externe, mais une sorte de sécrétion interne, qui devient la cause de cette glycosurie. Ce serait là une nouvelle fonction de la glande pancréatique qui donnerait un appui aux recherches de M. Brown-Séquard sur l'action des sucs glandulaires. Quelle est la nature de cette sécrétion? Est-ce un ferment, comme le prétend M. Lépine? C'est ce qu'il reste à démontrer exactement.

» En tout cas MM. Lancereaux et Thiroloix tirent de leurs observations et de leurs expériences les conclusions suivantes : il existe un diabète, réellement lié à la destruction du pancréas; ce diabète ne provient pas de l'absence de la sécrétion glandulaire externe, mais simplement de l'absence du suc sécrété intérieurement par la glande et résorbé par les vaisseaux sanguins et lymphatiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouveau traitement de la morve.* Note de MM. **Claudius Nourry** et **C. Michel**. (Extrait.)

« ..... Quoi qu'il en puisse être de la nature de la morve et de celle de son contage, il est manifeste qu'il existe une parenté très grande entre la tuberculose et la morve, parenté qui nous a conduits à tenter la guérison de la morve, par les procédés les plus récents que la thérapeutique médicale applique à la guérison de la tuberculose humaine.

» A cet effet, nous avons essayé, sur deux chevaux morveux : 1° les injections hypodermiques d'huile créosotée, employée pour amener la résorption des tubercules pulmonaires et des adénites glandulaires; puis, 2° le chlorure de zinc, en lavage dans les naseaux, pour combattre le jetage et la destruction ulcéreuse de la membrane pituitaire. C'est l'application, au traitement de la morve, des deux procédés de traitement de la tuberculose, l'un de M. le professeur Bouchard, repris par M. le Dr Burlureaux, professeur agrégé au Val-de-Grâce, l'autre de M. le Dr Lannelongue, professeur à la Faculté. Après deux mois et demi de traitement, ces deux chevaux, atteints de morve à la période des phénomènes classiques, paraissaient totalement guéris. Pour s'en convaincre, on les sacrifia tous deux, et l'on put ainsi s'assurer de l'efficacité du traitement.

» Les injections créosotées étaient faites d'heure en heure au moyen d'une seringue Pravaz, d'abord avec de l'huile à 10 pour 100, puis avec de l'huile à 25 pour 100, enfin avec de l'huile à 50 pour 100 [1]. »

M. **A. Bernard** adresse une Note relative aux « variations de la proportion de calcaire, avec la ténuité des terres ».

M. **Léopold Hugo** adresse une Note sur « une conséquence du théorème relatif aux polyèdres réguliers étoilés ».

---

(1) M. Burlureaux avait tenté, mais en vain, de guérir, par les injections d'huile créosotée, un préparateur de l'Institut Pasteur, qui avait été atteint en préparant des cultures de virus morveux. Nous avons appris cette tentative en faisant connaître nos résultats à son auteur.

M. **F. Delastelle** adresse une Note relative à un nouveau système de Cryptographie.

A trois heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 aout 1892.

Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Palais, jardins, constructions diverses, installations générales. Monographie; par A. Alphand, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur des travaux de la Ville de Paris, Directeur général des travaux de l'Exposition. En collaboration avec ses chefs de service et avec le concours de M. Georges Berger, publication achevée sous la direction de M. Alfred Picard. Paris, J.-J. Rothschild, 1892; 1 vol. gr. in-f°.

La faune de Mammifères miocènes de La Grive-Saint-Alban (Isère) et de quelques autres localités du bassin du Rhône, par le Dr Ch. Depéret. Lyon, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Traité de Photographie stéréoscopique. — Théorie et pratique, par A.-L. Donnadieu. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-8°, avec atlas.

I tronchi di Bennettitee dei Musei italiani. Notizie storiche, geologiche, botaniche dei professori senatore G. Capellini e conte E. Solms-Laubach, con cinque tavole. Bologna, 1892; 1 fasc. gr. in-8°.

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1891. Berlin, 1892; 1 vol. in-4°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Pr. Zweiunddreissigster Jahrgang 1891. Königsberg, 1891; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 aout 1892.

Sur les conditions de stabilité de projectiles oblongs, par L. Vallier. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1892; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapport général* par M. Alfred Picard, t. VII : *L'outillage et les procédés des industries mécaniques d'électricité* (suite), groupe VI de l'Exposition universelle, 1892 ; 1 vol. in-4°.

Traité général d'analyse des beurres, par A.-J. Zune, 1re et 2e Partie. Paris et Bruxelles, 1892 ; 2 vol. gr. in-8°.

Reports from the laboratory of the Royal College of physicians Edinburgh, vol. IV. Édimbourg et Londres, 1892 ; 1 vol. in-8°.

Almanaque nautico para 1894, calculado de orden de la superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando. Madrid, 1892 ; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission. Washington, 1891 ; 1 vol. in-4°.

The Portland catalogue of Maine plants, second edition. Extract from the *Proceedings of the Portland Society of natural History*, 1892 ; 1 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AOUT 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de combustion de divers composés chlorés;* par MM. BERTHELOT et MATIGNON.

« Nous avons examiné, dans une recherche précédente, les composés chlorés dérivés des carbures d'hydrogène fondamentaux, tels que la benzine, l'éthane, l'éthylène, le formène, et comparé les quantités de chaleur développées par la substitution du chlore à l'hydrogène. Nous nous proposons aujourd'hui d'étendre cette comparaison à des composés doués d'une autre fonction chimique, la fonction acide.

» 1. *Acide monochloracétique :* $C^2H^3ClO^2 = 94^{gr},5$. — Le corps était cristallisé. Il a été rectifié à point fixe et l'on en a vérifié la composition exacte, par un dosage de chlore et un essai alcalimétrique. La combustion a été faite dans la bombe, en ajoutant au produit la moitié de son poids de camphre et en opérant en présence de l'acide arsénieux, confor-

mément à la méthode exposée précédemment. Deux combustions ont donné, pour 1 molécule

$$+174^{\text{Cal}},2 \text{ à v. c.}; \quad +173^{\text{Cal}},9 \text{ à p. c.},$$

la réaction étant la suivante

$$C^2H^3ClO^2 + \tfrac{3}{2}O^2 + \text{eau} = 2CO^2 \text{gaz} + H^2O \text{ liq.} + HCl \text{ étendu}.$$

Dès lors

$$C^2 + H^3 + Cl + O^2 = C^2H^3ClO^2 \text{ crist.} \ldots\ldots \quad +123^{\text{Cal}},0$$

on a encore

$$C^2H^4O^2 \text{ crist.} + Cl^2 = C^2H^3ClO^2 \text{ crist.} + HCl \text{ gaz} \ldots \quad +25^{\text{Cal}},3$$

» 2. *Acide trichloracétique* : $C^2HCl^3O^2 = 163^{\text{gr}},5$. — Le corps était cristallisé et pur, d'après les analyses.

» La combustion exige un poids de camphre notable et même supérieur à celui de l'acide trichloracétique; sinon il se produit du chlore libre, en quantité trop considérable pour que l'absorption rapide puisse en être effectuée par l'acide arsénieux : nous rejetons d'ailleurs tout résultat où les gaz de la bombe, après l'expérience, renferment la moindre trace de chlore libre. Trois combustions ont donné

$$+106^{\text{Cal}},3 \text{ à v. c.}; \quad +105^{\text{Cal}},4 \text{ à p. c.}$$

la réaction étant

$$C^2HCl^3O^2 + H^2O + O + \text{eau} = 2CO^2 \text{gaz} + 3HCl \text{ étendu}.$$

» Dès lors, on a pour la chaleur de formation

$$C^2 + H + Cl^3 + O^2 = C^2HCl^3O^2 \text{ crist.} \ldots\ldots \quad +132^{\text{Cal}},1$$

» On a encore pour la chaleur de substitution

$$C^2H^4O^2 \text{ crist.} + 3Cl^2 = C^2HCl^3O^2 \text{ crist.} + 3HCl \text{ gaz} \ldots \quad +78^{\text{Cal}},4$$

c'est-à-dire........ $+26^{\text{Cal}},1 \times 3$

» Les valeurs + 25,3 et + 26,1 peuvent être regardées comme presque identiques. Elles sont voisines des chaleurs de substitution dans la série forménique. Soit :

$+32^{\text{Cal}},3$ pour Cl substitué (chlorure de méthyle),
$+29,1 \times 2$ pour Cl^2 substitué (chlorure de méthylène),
$+27,7 \times 3$ pour Cl^3 substitué (chloroforme),
$+29,1 \times 4$ pour Cl^4 substitué (perchlorure de carbone);

ces quatre dernières données étant rapportées à l'état gazeux. Seulement les substitutions dans le groupe acétique dégageraient un peu moins de chaleur que dans le formène, probablement en raison de la présence de l'oxygène, qui accroît le caractère électronégatif du composé. Dans la série de la benzine, les nombres sont, au contraire, plus forts, tout en conservant le même ordre de grandeur relative. Comparons encore la décomposition pyrogénée des acides acétiques :

$C^2H^4O^2$ crist.	$= CH^4 + CO^2$	Cal $-1,1$
$C^2H^3ClO^2$ crist.	$= CH^3Cl$ gaz $+ CO^2$...........	$-0,1$
$C^2HCl^3O^2$ crist.	$= CHCl^3$ gaz $+ CO^2$...........	$+1,9$

» Ces réactions répondraient donc à des valeurs thermiques presque nulles. Mais, si on les suppose effectuées sur les corps gazeux, ce qui est la condition véritable, il convient d'ajouter aux valeurs précédentes les chaleurs de fusion et de vaporisation des acides. Pour l'acide acétique proprement dit, cela fait $+7^{Cal},6$, et même $+12^{Cal},4$, si l'on opère à une température où la vapeur acétique possède sa densité normale [1]. La réaction qui dédouble l'acide acétique gazeux est donc exothermique et doit dégager une quantité de chaleur voisine de $+12^{Cal}$: une conclusion analogue, quant au sens du phénomène, s'applique aux acides acétiques chlorés.

» 3. *Triméthylène chloré*, $C^3H^4Cl^2 = 111^{gr}$. — M. Bruhl nous a prié d'examiner la chaleur de combustion de ce corps, remarquable à cause du caractère cyclique attribué à la formule du triméthylène, et qui offre des particularités intéressantes dans ses propriétés physiques.

» L'échantillon que le savant allemand nous a adressé était contenu dans un tube scellé, très blanc et de belle apparence.

» Pour écarter tout mécompte, nous y avons dosé le carbone et l'hydrogène, qui ont été trouvés conformes à la formule.

» Les combustions dans la bombe calorimétrique ont été faites en pré-

---

(1) Voir les déterminations de MM. Berthelot et Ogier sur les chaleurs spécifiques des acides hypoazotique et acétique gazeux (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 409). Ces déterminations mesurent le travail accompli dans les changements d'état moléculaire des vapeurs anormales : elles semblent avoir été ignorées des savants qui ont étudié dans ces derniers temps l'acide hypoazotique à ce point de vue.

sence d'un poids à peu près égal de camphre, et elles ont bien marché.

		Cal	
1re expérience. Pour 1gr	....	3,928	Moyenne : 3,900 à v. c.
2e » »	....	3,900	
3e » »	....	3,871	

» Les écarts de la moyenne n'atteignent pas un centième, soit $\frac{1}{300}$ du chiffre brut de ces expériences, en raison de la chaleur due au camphre.

» On en déduit pour la réaction

$$C^3H^4Cl^2 \text{liq.} + \tfrac{7}{2}O^2 + \text{eau} = 3CO^2 + H^2O + 2HCl \text{ étendu :}$$
$$+432^{Cal},8 \text{ à v. c.}; +433^{Cal},1 \text{ à pr. c.}$$

» La chaleur de formation par les éléments

$$C^3 \text{ diam.} + H^4 + Cl^2 = C^3H^4Cl^2 \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots \quad -2^{Cal},6$$

» Pour le corps gazeux, on aurait un nombre voisin de -10^{Cal}. La substitution de Cl^2 à H^2 dans le carbure générateur C^3H^6 dégagera, dès lors, $+34^{Cal}-x$; x étant la chaleur de formation de ce carbure par les éléments. Pour ramener la substitution à une valeur analogue à celle des autres séries, il paraît nécessaire d'admettre une valeur négative considérable pour la chaleur de formation du carbure, laquelle est d'ailleurs controversée. Nous reviendrons sur ce point. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide glyoxylique ou dioxyacetique,* par MM. **Berthelot** et **Matignon.**

« *Acide glyoxylique* $C^2H^2O^3, H^2O = 92$. — M. Genvresse ayant eu l'obligeance de nous remettre un échantillon cristallisé, aussi pur que possible, de cet acide, dont la préparation est si délicate, nous en avons mesuré la chaleur de combustion. Nous avons commencé par analyser notre échantillon, après exposition prolongée dans le vide sur l'acide sulfurique.

» Il a fourni :

C......................	27,23	27,21
H......................	4,25	4,11

» Ces nombres sont voisins de la formule admise $C^2H^4O^4$, laquelle exige

$$C = 26,08, \qquad H = 4,34.$$

» Mais ils donnent plus de carbone et moins d'hydrogène : ce qui accuse une déshydratation partielle, le corps tendant à se rapprocher de la formule $C^2H^2O^3$. La composition brute de l'échantillon répondait à $C^2H^2O^3 + 0{,}787H^2O$.

» On a brûlé le corps et l'on a admis dans les calculs que l'addition de $0{,}213H^2O$, perdue par dissociation de l'hydrate, ne dégagerait pas une quantité notable de chaleur. La combustion a été exécutée en ajoutant au corps le tiers de son poids de camphre, en raison de la difficulté de brûler seul un corps aussi oxygéné.

» Nous avons obtenu pour 1^{gr} de matière :

$$\left.\begin{array}{l}1442^{cal},1\\1463^{cal},1\end{array}\right\}\text{ Moyenne : } 1452,6.$$

» Pour le poids moléculaire $C^2H^2O^3, 0{,}787H^2O$, ou, par hypothèse, $C^2H^2O^3, H^2O$, on a

$$+128^{Cal},1 \text{ à v. c.}; \quad +127^{Cal},5 \text{ à p. c.}$$

$$C^2 + H^4 + O^4 = C^2H^4O^4 \text{ cristallisé : } +199^{Cal},1,$$

$$C^2 + H^2 + O^3 + H^2O \text{ solide} = C^2H^2O^3, H^2O : +128^{Cal},7.$$

» Ces nombres donnent lieu à quelques comparaisons dignes d'intérêt au point de vue des changements successifs introduits par l'addition de l'oxygène dans la fonction chimique : un carbure pouvant être ainsi changé en alcool [substitution de H^2 par H^2O, ou, si l'on aime mieux, de H par HO (hydroxyle)], en aldéhyde [substitution de H^2 par O (équivalents égaux), ou, si l'on aime mieux, de CH^3 par COH], en acide [substitution de H^2 par O^2 (volumes égaux), ou, si l'on aime mieux, de CH^3 ou COH par CO. OH].

» La même suite de réactions, appliquée à un acide monobasique, le change en acide alcool, en acide aldéhyde, puis en acide bibasique.

» Examinons les effets thermiques correspondants.

» A partir d'un carbure, tel que l'éthane, nous envisagerons tous les corps dans l'état gazeux, qui est le terme de comparaison le plus certain :

$C^2H^6 + O = C^2H^6O$ (alcool gazeux) : $+34^{Cal},6$	Cal $+34,6$
$C^2H^6 + O^2 = C^2H^4O$ (aldéhyde) $+ H^2O$: $+86,1$ ou $+42,55 \times 2$; c'est-à-dire pour la seconde oxydation	$+51,5$
$C^2H^6 + O^3 = C^2H^4O^2$ (acide acétique) $+ H^2O$: $+146,1$ ou $+48,7 \times 3$; c'est-à-dire pour la dernière oxydation	$+60,0$

» Les quantités de chaleur dégagées croissent, à mesure que le rôle

électronégatif du composé devient plus prononcé; la dernière est très voisine de la chaleur de combustion de l'hydrogène, avec formation d'eau gazeuse : + 59,2.

» Nous ne possèdons pas de données assez certaines ou complètes pour suivre la même série de réactions dans l'état gazeux avec d'autres carbures d'hydrogène.

» Observons encore que le pouvoir calorifique de l'oxygène dans l'oxydation de l'éthane est arrivé à un maximum, lors de la formation de l'acide acétique. La combustion totale de ce carbure dégageait

$$C^2H^6 + O^7 = 2CO^2 + 3H^2O\,(\text{gazeux}) : +341,0; \text{ ou } 48,7 \times 7,$$

c'est-à-dire la même dose de chaleur pour le même poids d'oxygène.

» Nous allons suivre ces comparaisons, dans la seconde série des oxydations, en prenant l'acide acétique comme point de départ et en formant les fonctions complexes. Seulement, les nouveaux composés n'étant pas susceptibles d'être étudiés régulièrement dans l'état gazeux, nous adopterons, pour cette seconde série, l'état solide et cristallisé comme terme méthodique des comparaisons, tous les corps réagissants et produits y étant supposés amenés.

$C^2H^4O^2$ (acide acétique) + O = $C^2H^4O^3$ (acide glycolique) : + 20^{Cal},6.. + 20^{Cal},6
$C^2H^4O^2 + O^2$ = ou $C^2H^4O^4$ (acide glyoxylique) : + 79,4 ou + 39,7 × 2;
c'est-à-dire pour la seconde oxydation.................................. + 58,8

Si l'on regarde l'acide comme répondant à la formule $C^2H^2O^3 + H^2O$, ce nombre comprendra en plus la chaleur dégagée par l'union de l'eau (solide) avec l'acide véritable.

$C^2H^4O^2 + O^3 = C^2H^2O^4$ (acide oxalique) + H^2O (solide) : + 148,3 ou 49,4 × 3; c'est-à-dire pour la dernière oxydation........................ + 68,9

» Ici encore les chaleurs dégagées croissent, à mesure que le rôle négatif du composé devient plus caractérisé et le dernier chiffre est très voisin de la chaleur de combustion de l'hydrogène avec formation d'eau solide : + 70^{Cal},4.

» Dans les autres séries, les comparaisons sont moins régulières, l'état des corps n'étant pas toujours comparable. Cependant les mêmes conclusions générales subsistent, avec des différences plus ou moins prononcées dans les valeurs numériques.

» Citons, par exemple, les corps suivants :

$C^3H^6O^2$ (ac. propionique liquide) + O		
$= C^2H^6O^3$ (ac. lactique liquide)...........	+ 45,3	+45,3
$C^3H^6O^2 + O^2 = C^3H^4O^3 + H^2O$ (inconnue).		
$C^3H^6O^2 + O^3$		
$= C^3H^4O^4$ (ac. malonique sol.) + H^2O (sol.)	+168,7 ou +56,2×3	
c'est-à-dire, pour les deux dernières oxydations réunies..........................	+123,4 ou	+61,7×2
$C^3H^4O^4$ (acide malonique solide) + O		
$= C^3H^4O^5$ (acide tartronique solide).......	+ 34,2	+34,2
$C^3H^4O^4 + O^2 = C^3H^4O^6$ (ac. mésoxalique solide)	+ 71,8 ou +35,9×2	
c'est-à-dire pour la dernière oxydation...		+37,6
$C^2H^4O^4 + O^3$ (inconnue).		
$C^3H^4O^4 + O^4 = 3CO^2$ solide + $2H^2O$ solide....	+241,2	+60,3×4

» La progression est analogue. En général, la substitution de H par HO (hydroxyle), avec production de fonction alcoolique, dégage des nombres qui oscillent entre 35^{Cal} et 45^{Cal} : la valeur relative à l'acide glycollique (+20,6) étant la plus petite qui soit connue, comme il arrive souvent pour les termes les moins riches en carbone des séries organiques. Mais la signification générale des observations n'en demeure pas moins caractérisée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Camus** adresse de Turin, un Mémoire « Sur la périphérie de l'ellipse ».

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Darboux.)

M. **P. Marone** adresse une Note, écrite en italien, « Sur une nouvelle méthode pour préserver la vigne contre l'action des Cryptogames, du Peronospora, du Phylloxera, etc. ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Pasteur**, en présentant à l'Académie un Ouvrage de M. le Dr *Daremberg*, intitulé : « Le choléra, ses causes, moyens de s'en préserver », appelle l'attention sur les points suivants :

» M. le Dr Daremberg, dans un des principaux Chapitres de son Livre, s'élève avec une grande force contre la pollution des cours d'eau par les eaux d'égouts, et également contre la pollution du sol par l'épandage de ces eaux sur des terrains cultivés. Il pense que les germes du choléra, sous forme du bacille qui le provoque, peuvent séjourner vivants et virulents pendant plusieurs années dans le sol et amener, ultérieurement, des foyers cholériques. Le choléra actuel de la banlieue de Paris proviendrait de germes cholériques ainsi conservés depuis la dernière épidémie de 1884.

» M. le Dr Daremberg, au cours de son Livre, cite les expériences qui ont été récemment faites pour arriver à préserver du choléra les animaux et même les hommes. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique de certains corps organiques à fonction mixte.* Note de M. **Léo Vignon**.

« Des travaux récents ont montré que la méthode thermochimique est capable de fournir des données précieuses, autant pour la détermination des fonctions chimiques que pour la distinction des isoméries.

» Je me suis proposé, dans ce travail, d'aborder l'étude de certains corps à fonctions mixtes, et d'examiner en particulier trois substances organiques présentant d'étroites analogies, au point de vue du type initial, des modes de formation et des propriétés finales. Ces trois corps dérivent du diphénylméthane $CH^2(C^6H^5)^2$.

» Ce sont :

» *a*. Le tétraméthyldiamidodiphénylméthane,

$$CH^2 \begin{cases} C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \end{cases}.$$

» *b*. La tétraméthyldiamidobenzènecétone,

$$CO \begin{cases} C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \end{cases}.$$

» *c*. La tétraméthyldiamidothiobenzènecétone,

$$CS\begin{cases}C^6H^4N(CH^3)^2\\C^6H^4N(CH^3)^2\end{cases}$$

» Quel que soit le sens attaché aux formules schématiques que nous venons d'écrire, on est autorisé à dire, par les modes de formation de ces corps, qu'ils diffèrent entre eux seulement par les noyaux

$$CH^2=,\quad CO=,\quad CS=.$$

» En effet, ces trois substances sont obtenues à partir de 2 molécules de diméthylaniline $C^6H^5N(CH^3)^2$:

» *a*. La base carbure (CH^2R^2) par l'action de la formaldéhyde $HCH\boxed{O}$;

» *b*. La base cétone (COR^2) par l'action de l'oxychlorure de carbone $CO\boxed{Cl^2}$;

» *c*. La base thiocétone (CSR^2) par l'action de l'acide chlorosulfureux $CS\boxed{Cl^2}$.

» Les échantillons sur lesquels j'ai opéré étaient purs. Ils représentaient les bases libres, purifiées par plusieurs cristallisations, renfermant encore de petites quantités d'eau et d'acide chlorhydrique qui ont été dosés et dont on a tenu compte dans les calculs :

	Aq pour 100.	HCl pour 100.
CH^2R^2	0,40	0,27
COR^2	0,44	0,18
CSR^2	0,80	0,36

» Les points de fusion étaient :

CH^2R^2	82°- 83°C.
COR^2	172°-173°C.
CSR^2	192°-193°C.

» Ces préliminaires étant fixés, j'ai mesuré les quantités de chaleur dégagées dans le calorimètre pour une molécule de chacune des trois bases, mise successivement en contact avec 1, 2, 3 molécules d'acide chlorhydrique.

» Les bases solides [1] ($\frac{1}{20}$ de molécule comptée en grammes) ont d'abord été

» [1] Ces bases sont insolubles dans l'eau, les chlorhydrates sont très peu solubles.

mises en contact avec de l'eau, puis avec des quantités voulues de solution aqueuse d'acide chlorhydrique (1 mol. HCl en gr. + eau = 4^{lit}). Voici les résultats :

» Quantité de chaleur dégagée vers 18°, par l'action de 1, 2, 3 molécules HCl (HCl en gr. = 4^{lit}) sur 1 molécule des bases solides :

		Cal
1° Tétraméthyldiamidodiphénylméthane	+ Aq dégage................	+0,06
$CH^2 \langle \begin{smallmatrix} C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \end{smallmatrix}$	+ 1re molécule HCl dégage ...	+3,50
	+ 2e molécule HCl dégage ...	+2,35
	+ 3e molécule HCl dégage ...	+0,61
2° Tétraméthyldiamidobenzènecétone	+ Aq dégage................	+0,26
$CO \langle \begin{smallmatrix} C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \end{smallmatrix}$	+ 1re molécule HCl dégage....	+0,87
	+ 2e molécule HCl dégage....	+0,00
	+ 3e molécule HCl dégage....	+0,00
3° Tétraméthyldiamidothiobenzènecétone	+ Aq......................	+0,22
$CS \langle \begin{smallmatrix} C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \end{smallmatrix}$	+ 1re molécule HCl dégage....	+1,35
	(L'addition d'une 2e molécule HCl amène un dégagement d'H^2S avec formation de la base COR^2)	

» Les chlorhydrates formés étant peu solubles, on ne peut comparer les résultats thermiques obtenus à ceux que donne la diméthylaniline (1), mais ces chiffres sont comparables pour les trois bases examinées.

» La présence du groupement cétonique CO = annule sensiblement les fonctions basiques dans la base COR^2; le groupement thiocétonique CS = laisse subsister partiellement ces fonctions. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Dosage de la peptone, par précipitation à l'état de peptonate de mercure.* Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Guyon.

« Les méthodes employées jusqu'à présent pour le dosage de la peptone n'ont pas encore acquis toute la précision nécessaire. Le dosage par le polarimètre n'est possible qu'avec des solutions de peptone concentrées, et quand on connaît la nature de la peptone à analyser, car le pouvoir rotatoire varie avec la dilution de la liqueur et n'est pas le même pour les diverses variétés de peptone. La précipitation de la solution de peptone très concentrée par l'alcool absolu n'est jamais bien complète, et, d'autre part, l'alcool absolu précipite des sels contenus dans le liquide. Le pro-

(1) *Comptes rendus*, 18 juin 1888.

cédé colorimétrique, qui évalue la quantité de peptone par l'intensité de la coloration que donnent dans les solutions de peptone le sulfate de cuivre et la soude, est d'un emploi très délicat. Enfin, la méthode d'analyse des peptones par le dosage de l'azote qu'elles renferment, tout en étant plus exacte que les précédentes, est encore, néanmoins, longue et indirecte.

» La méthode nouvelle que je propose pour le dosage de la peptone consiste à précipiter la solution de peptone, exempte d'autres albuminoïdes, par un grand excès de nitrate mercurique; la solution doit être neutre ou très légèrement acide.

» Dans ces conditions, le précipité de peptonate de mercure, blanc, floconneux et volumineux, tombe presque immédiatement au fond du vase. On le laisse déposer pendant dix-huit à vingt-quatre heures, jusqu'à ce que le liquide surnageant soit limpide. On verse alors sur un filtre taré la liqueur, puis le précipité, qu'on lave à l'eau froide jusqu'à ce que les eaux de lavage ne précipitent plus par l'hydrogène sulfuré. L'augmentation de poids du filtre, séché à 106°-108°, représente le poids du peptonate de mercure; en multipliant ce poids par le coefficient 0,666, on obtient celui de la peptone correspondante. Pour déterminer ce coefficient, j'ai précipité par le nitrate mercurique une quantité connue de peptone pure et sèche, préparée par la méthode d'Henninger; j'ai pesé le peptonate de mercure ainsi formé, et j'ai calculé le rapport entre la peptone employée et le peptonate de mercure précipité. Je m'étais assuré, au préalable, par une combustion, de la pureté de la peptone qui m'a servi de point de départ.

» On peut vérifier que la précipitation par le nitrate mercurique est complète, en recherchant la peptone dans les liqueurs filtrées, au moyen de l'acide phosphomolybdique, qui ne doit pas donner de précipité.

» Le nitrate mercurique qui sert à la précipitation est facile à préparer avec le nitrate mercurique pur du commerce. Celui-ci renfermant un excès d'acide nitrique libre, qui redissout partiellement le peptonate de mercure, il faut l'en débarrasser de la façon suivante :

» 100^{gr} ou 150^{gr} de nitrate mercurique pur sont chauffés au bain-marie avec 1^{lit} d'eau, pendant quinze à vingt minutes. La liqueur filtrée est portée presque à l'ébullition dans une capsule de porcelaine. A ce moment, on ajoute, en agitant, quelques gouttes de carbonate de soude, jusqu'à ce que le précipité d'oxyde de mercure formé ne se redissolve plus. On filtre et l'on étend la liqueur à 1^{lit}.

» Je me suis assuré que la présence des chlorures, dans les proportions où on les trouve dans les peptones commerciales et dans les sucs gastriques, ne gêne point le dosage de la peptone, à condition d'employer pour la précipitation un grand excès de nitrate mercurique. En effet, le

chlorure de sodium et le nitrate mercurique se décomposent mutuellement en donnant naissance à du sublimé, qui précipite la peptone très incomplètement et ne peut pas être utilisé pour le dosage, comme l'expérience me l'a démontré. Il est donc nécessaire de verser, dans la solution de peptone, une quantité de nitrate mercurique assez grande pour qu'il reste toujours un excès de nitrate, même après la transformation partielle de ce nitrate en chlorure.

» Lorsque la liqueur à analyser renferme d'autres albuminoïdes, ce qui est le cas du suc gastrique et de la plupart des peptones commerciales, il faut, avant de précipiter la peptone, les éliminer par le procédé suivant, qui permet aussi de les doser :

» Le liquide, supposé acide par l'acide chlorhydrique, est neutralisé exactement par du carbonate de soude. La syntonine se précipite : on la recueille sur un filtre taré, et on la lave à l'eau froide. L'augmentation de poids du filtre séché à 105° représente le poids de la syntonine.

» La liqueur filtrée, additionnée d'une goutte d'acide acétique, est mise à chauffer au bain-marie pendant une demi-heure. Il se précipite des flocons d'albumine, qu'on recueille sur un filtre taré et qu'on dose par la méthode ordinaire.

» On ajoute, au liquide filtré, de l'acide nitrique goutte à goutte. Dès qu'il se produit un trouble, on cesse l'addition d'acide; on agite un instant, puis on laisse reposer le précipité d'hémialbumose qui s'est formé. Celui-ci est jeté sur un filtre et lavé avec un peu d'eau additionnée d'une très petite quantité d'acide nitrique. La liqueur filtrée renferme la peptone. On peut, à la rigueur, doser l'hémialbumose restée sur le filtre, en la dissolvant dans un excès d'acide nitrique, neutralisant presque absolument la solution et la saturant par du chlorure de sodium en poudre; l'hémialbumose se précipite et peut être pesée.

» La liqueur filtrée, débarrassée de l'albumine, de la syntonine et de l'hémialbumose, est neutralisée presque complètement par du carbonate de soude et additionnée de son volume environ de solution de nitrate mercurique, pour précipiter la peptone.

» Tel est, aussi rapidement que possible, le résumé de ma méthode de dosage de la peptone, par précipitation à l'état de peptonate de mercure. Je compte l'appliquer à l'étude des peptones, des pepsines et du suc gastrique (¹). »

(¹) Travail fait au laboratoire de M. A. Gautier, à la Faculté de Médecine.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'étiologie d'une enzootie des moutons, dénommée* Carceag *en Roumanie.* Note de M. V. **Babes**, transmise par M. A. Chauveau.

« J'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie, au mois de novembre 1888, l'étiologie de la maladie la plus répandue et la plus grave des bœufs en Roumanie, que j'ai nommée *hémoglobinurie microbienne des bœufs*. Depuis, je me suis convaincu que l'épizootie peut-être la plus grave des bœufs en Amérique, la fièvre du Texas, reconnaît comme cause un parasite analogue, décrit plus tard par M. Th. Smith. Le parasite possède la plupart des caractères des bactéries, mais son aspect à l'état vivant, son siège dans les globules rouges, l'impossibilité ou la grande difficulté de sa culture, de même que certains de ses caractères morphologiques, rappellent les protozoaires les plus simples : j'ai proposé de classer ce microbe, tout en lui donnant une place rapprochée de celle des bactéries, dans un groupe intermédiaire entre les bactéries et les protozoaires. Ce groupe comprendrait l'hématococcus de l'hémoglobinurie du bœuf et celui de la fièvre du Texas, très rapprochée, peut-être même identique.

» Aujourd'hui, je suis en mesure de pouvoir augmenter le nombre de ces parasites curieux et de grande importance économique. C'est dans une maladie des moutons, qui occupe en Roumanie un terrain plus restreint que l'hémoglobinurie du bœuf, mais avec laquelle elle coïncide dans certaines localités, que j'ai trouvé un nouveau représentant de ces parasites. Cette maladie, nommée *Carceag*, est limitée aux parties marécageuses du bas Danube, et en particulier aux îles très fertiles et souvent submergées du Danube. C'est là que viennent, avec leurs troupeaux, non seulement les bergers de la Roumanie, mais aussi ceux de la Transylvanie, de sorte qu'on y trouve toujours des centaines de milliers de moutons.

» Dans certaines années, surtout aux mois de mai et de juin, on observe chez ces moutons une grande mortalité : il est très commun que la dixième et même la cinquième partie des troupeaux succombent à une maladie fébrile, commençant par des frissons, par l'inappétance, par l'abattement. Les moutons restent couchés, poussent des sons plaintifs, ont des selles hémorragiques, souvent diarrhéiques, et parfois une vraie hémoglobinurie. La moitié environ des animaux malades meurt le deuxième, le troisième jour de la maladie, tandis que le reste se rétablit lentement, présentant une convalescence de plusieurs semaines.

» En faisant l'autopsie des animaux tombés, on observe souvent une espèce d'œdème jaune du tissu conjonctif et surtout du médiastin et du péritoine. La musculature du squelette et du cœur est pâle, flasque et friable. Les muqueuses du pharynx, de l'estomac et des intestins grêles sont hypérémiées et souvent hémorragiques. Les poumons présentent des lobules périphériques, pneumoniques. La rate est peu hypertrophiée et ramollie, hypérémique. Le foie et les reins sont pâles et friables. Le péritoine, les plèvres et le péricarde sont ordinairement parsemés d'ecchymoses. La muqueuse intestinale est hypérémique et ecchymosée. Le rectum renferme des masses fécales, dures ou molles, mêlées avec du sang; sa muqueuse est toujours le siège d'érosions hémorragiques le long des plis, et dont la base est souvent couverte d'une escharre de tissu nécrotique, pulpeux ou sec, d'une couleur brune foncée sale. Il s'agit donc d'une maladie aiguë, fébrile avec hémorragies et œdèmes, et surtout avec une inflammation hémorragique et souvent nécrotique du rectum. En examinant le sang, on trouve dans la circulation générale un peu de leucocytose; dans une partie des globules rouges, existent des cocci ronds, immobiles, qui se colorent bien avec le violet de méthyle, moins bien par le bleu de méthylène, d'un diamètre de $0,5\mu$-$0,6\mu$, présentant parfois une ligne transversale, comme un commencement de division; rarement on trouve deux corpuscules dans une hématie. Les hématies renfermant le parasite sont surtout fréquentes dans la rate et dans les œdèmes hémorragiques des séreuses. Dans la rate, ce sont surtout les globules rouges entourant les grandes cellules de la pulpe qui renferment des parasites. Parmi les lésions fines des organes, nous mentionnerons une néphrite parenchymateuse, avec des masses coagulées dans la lumière des tubes, et une certaine quantité de leucocytes autour des vaisseaux du rein et du foie.

» Il faut remarquer que les agneaux ne gagnent pas la maladie, et que les moutons indigènes sont plus réfractaires à la maladie que ceux qui arrivent des régions où cette maladie n'existe pas.

» En inoculant 10^{gr} de sang de la rate à quatre moutons, nous avons obtenu, chez deux d'entre eux, le neuvième et le dixième jour après l'inoculation, une fièvre de $40°,5$ à $41°$, et un abattement comme dans la maladie naturelle. Le sang en circulation renfermait, en même temps, des globules rouges infectés par le parasite.

» Les souris et les lapins inoculés avec le sang des animaux morts de la maladie ont survécu; deux lapins seulement ont présenté, huit jours après l'inoculation, un peu de fièvre.

» Malgré nos essais répétés, nous n'avons pas réussi à cultiver ce para-

site. D'après nos recherches, il est probable que la culture du parasite se fait dans les marais, dans certaines conditions météorologiques qui favorisent l'apparition de la maladie.

» Il résulte de ces recherches que l'hématococcus du mouton, tout en étant très rapproché de celui du bœuf, montre quelques différences en ce qui concerne la morphologie, la localisation et la marche de la maladie qu'il provoque. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle fonction chimique du bacille-virgule du choléra asiatique.* Note de M. J. **Ferran**. (Extrait.)

« .... On sait que le *Bacillus mastitidis* (Guillebeau α), les *Streptococcus mastitidis sporadiæ,* le *Streptococcus scarlatinæ,* le *Bacillus diphteriæ,* le *Bacillus coli communis,* le *Bacillus ovale ilei,* le *Bacillus Gaffky,* et le *Bacillus Schardingerii,* déterminent la fermentation du lait, en produisant, par leur action sur la lactose, de l'acide *paralactique,* avec cette particularité que certains le forment dextrogyre et d'autres lévogyre.

» Or, si l'on cultive le bacille-virgule dans du bouillon légèrement alcalin, contenant de la lactose, il produit de l'acide paralactique, en quantité suffisante pour donner au milieu une réaction franchement acide; le pouvoir rotatoire des sels que cet acide peut former nous est inconnu, mais nous l'étudions actuellement.

» Semé dans l'agar légèrement alcalin, contenant de la lactose et de la teinture bleue de tournesol, ce microbe rougit le milieu, grâce à l'acide paralactique qu'il produit.

» Une culture faite dans du bouillon légèrement alcalin et lactosé, lorsqu'elle est restée en repos à la température de 30° C., présente, après cinq jours, un mycoderme flottant, composé de grands bacilles-virgules, dans l'intérieur desquels on voit une ou deux granulations très petites et réfringentes, pareilles à des spores; tout le protoplasme du bacille finit par disparaître, en laissant libres ces très petites granulations, qui se colorent fort bien avec le violet de méthyle.

» Le même bacille-virgule du choléra, semé dans une petite quantité de bouillon alcalin contenu dans des matras de grande capacité, peut vivre plus de trois ans, pourvu qu'un tampon de coton permette le renouvellement lent de l'air. Dans les mêmes conditions, avec la seule différence que le bouillon soit *lactosé,* la vie de ce microphyte s'éteint rapidement, à cause de l'acidité que lui-même produit dans le milieu.

» La végétation de ce microbe est toujours rapide, luxuriante, dans les bouillons ordinaires de culture; mais, s'ils contiennent de la lactose, elle l'est incomparablement davantage; les cultures, grâce à l'addition de cette substance, acquièrent, en quelques heures, une densité surprenante; mais la végétation cesse complètement aussitôt que le bouillon devient acide, et la vitalité du microbe ne tarde pas non plus à s'éteindre.

» Il appartient aux cliniciens et aux thérapeutes de déduire de ces faits les indications rationnelles qu'ils renferment pour le traitement de cette maladie. L'attention est maintenant appelée sur les ressemblances qu'il y a entre la fonction chimique de ce microbe et celle du *B. coli communis*: leurs fonctions pathogènes se ressemblent en bien des cas; l'acide paralactique paralyse l'activité chimique des deux. Cet acide, qui est un précieux remède contre les diarrhées occasionnées par le *B. coli*, ne serait-il pas, par hasard, également efficace contre les diarrhées causées par le bacille-virgule?

» Il semble rationnel d'employer, contre le choléra, de l'acide lactique en limonade, et d'aider son action par le pouvoir anexosmotique que nous offre la morphine; cette substance empêcherait, peut-être, l'absorption des toxines et prolongerait l'action de l'acide lactique en s'opposant à sa rapide élimination. »

M. **P. de Goy** adresse une Note relative à l'emploi d'un angle auxiliaire, pour la solution de divers problèmes de Géométrie.

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Séance du 1[er] août 1892.)

Page 280, *au lieu de* M. Alphonse Dumoulin, *lisez* M. Alphonse Demoulin.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AOUT 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Mme Vve **F. Bauer** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 20 octobre 1879 par M. *Frédéric Bauer*. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient un Mémoire sur un projet d'aviation.

Le Mémoire, avec le Supplément adressé le 26 août 1892 par Mme Bauer, est renvoyé à une Commission composée de MM. Faye et Resal.

CORRESPONDANCE.

M. **J. Bertrand** fait don à l'Académie, pour être déposé à la Bibliothèque de l'Institut, d'un petit manuscrit portant pour titre « Agenda de Malus, capitaine du Génie, employé à l'armée d'Orient (expédition d'Égypte) ».

Ce manuscrit, qui contient les notes prises, jour par jour, par Malus, pendant l'expédition, a appartenu à Arago.

M. **Tisserand** présente à l'Académie le Tome XX des « Annales de l'Observatoire de Paris ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Discours sur Condorcet, prononcé le 24 avril 1892, à Bourg-la-Reine »; par M. *Paul Foucart.*

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète M. Wolf, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan.** Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoile.	Gr.	Astre — Étoile. ΔR.	Astre — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Août 27.........	*a* anonyme	11	−0.16,44	−4.30,2	4:4
27.........	*a* Id.	11	−0.19,30	−4.41,7	4:4
27.........	*a* Id.	11	−0.20,62	−4.46,4	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoile.	Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Août 27.....	*a*	22h41m43s,02	+2s,55	−10°21′18″,3	+12″,9	Rapp. à *b*
»	*b*	22.36.49,97	»	−10.28.59,5	»	Weisse₁ (n° 734)

Positions apparentes de la planète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Août 27 ..	10h18m29s	22h41m29s,13	$\bar{1}$,285$_n$	−10°25′35″,6	0,872
27 ..	11.42. 0	22.41.26,27	$\bar{2}$,752$_n$	−10.25.47,1	0,879
27 ..	12.20.33	22.41.24,95	$\bar{2}$,011	−10.25.51,8	0,880

» *Remarque.* — 1892 août 27. La planète est de grandeur 12,5. »

ASTRONOMIE. — *Mesures du diamètre de Mars;* par M. C. **Flammarion.**

« Il y a une divergence singulière entre les diamètres de Mars adoptés pour l'opposition actuelle, divergence qui n'est pas en harmonie avec les progrès accomplis récemment dans la connaissance de cette planète.

» Voici les diamètres donnés dans les publications astronomiques officielles :

	Connaissance des Temps.	*Nautical Almanac.*	*Éphémérides Marth.*
1er juillet 1892.............	24",2	24",0	20",17
15 »	27,2	27,0	22,75
1er août	29,4	29,3	24,66
4 » (opposition)........	29,4	29,4	24,76
15 »	29,0	29,0	24,43
1er septembre	26,2	26,4	22,18

» La *Connaissance des Temps* et le *Nautical Almanac* sont sensiblement d'accord, parce qu'ils partent tous deux d'une même valeur, celle des Tables de Le Verrier (11",10 à la distance 1), tandis que M. Marth a adopté la valeur résultant de la discussion de M. Hartwig (9",35). Un tel désaccord est un peu choquant. C'est pourquoi nous avons tenu à profiter de l'opposition actuelle pour faire de nouvelles mesures micrométriques.

» A notre équatorial de $0^m,24$ de l'Observatoire de Juvisy, à l'aide d'un micromètre à fils d'araignée et à l'oculaire 380, nous avons pris une série de mesures, à l'heure du passage de la planète au méridien, les 22 et 23 juillet, 4, 5 et 6 août. Ces mesures ont donné 24",50 pour les deux premières dates et 24",91 pour les trois suivantes. Elles montrent que les valeurs adoptées par la *Connaissance des Temps* et le *Nautical* sont trop fortes et donnent pour le diamètre à la distance 1 : 9",39.

» Pour éliminer autant que possible l'effet de l'irradiation, même en champ éclairé, nous avons pris soin de mettre les fils tangents intérieurement aux bords du disque.

» Le diamètre des Tables de Le Verrier est certainement beaucoup trop grand. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes solaires observés à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le second trimestre* 1892; par M. P. **Tacchini.**

« Rome, 26 août 1892.

» J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, observés à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le second trimestre de 1892, qui se rapportent à chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil.

1892.	Protubérances.		Facules.		Taches.		Éruptions.	
90° + 80°	0,000							
80 + 70	0,013							
70 + 60	0,106							
60 + 50	0,065							
50 + 40	0,053	0,471	0,004					
40 + 30	0,073		0,033		0,011			
30 + 20	0,084		0,111	0,473	0,085	0,510		
20 + 10	0,039		0,202		0,308		0,667	0,667
10 + 0	0,038		0,123		0,106		0,000	
0 — 10	0,033		0,074		0,000		0,000	
10 — 20	0,062		0,156		0,234	0,490	0,111	0,333
20 — 30	0,085		0,206	0,527	0,202		0,111	
30 — 40	0,106		0,091		0,054		0,111	
40 — 50	0,091	0,529	0,000					
50 — 60	0,115							
60 — 70	0,037							
70 — 80	0,000							
80 — 90	0,000							

» Les protubérances et les facules ont été un peu plus fréquentes dans l'hémisphère austral, tandis que les taches et les éruptions ont présenté leur maximum de fréquence au nord de l'équateur dans la même zone $(+10° + 20°)$. Les maxima des protubérances sont plus éloignés de l'équateur que dans le trimestre précédent; mais, dans les voisinages des pôles, les protubérances font encore défaut. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'origine bactérienne de la fièvre bilieuse des pays chauds*. Note de M. **Domingos Freire**, présentée par M. Charcot.

« Rio de Janeiro, 8 août 1892.

» Les cliniciens ont depuis longtemps établi des différences tranchées entre les symptômes de la fièvre bilieuse des pays chauds et ceux de la fièvre jaune. Mon but ici est de montrer que la bactériologie donne raison à la clinique, et que l'agent producteur de la fièvre bilieuse des pays chauds est autre que celui de la fièvre jaune.

» Appelé, par le gouvernement de l'État de Saint-Paul (Brésil), à étudier la genèse de l'épidémie qui s'y est manifestée pendant l'été dernier, j'ai parcouru un grand nombre de villes et villages présentant des cas de

la maladie; j'ai partout constaté le diagnostic de fièvre bilieuse, d'accord avec le Dr Antenor, clinicien à Saint-Paul. J'ai recueilli, avec tout le soin possible, pour les recherches bactériologiques, du sang, de la bile, de l'urine, etc., ainsi que des viscères (foie, reins, etc.). On en a fait des cultures sur de l'agar peptonisé et gélatinisé. Vingt-quatre heures après, on y a remarqué des colonies, sous forme d'une tige blanche, le long du trajet de la piqûre; à la tige, adhéraient de larges bulles gazeuses, occupant aussi la surface de l'agar. Cette surface était parsemée çà et là de petites colonies blanches arrondies. Tous les ensemencements, autant ceux de l'urine que ceux du sang retiré du cœur d'un sujet mort depuis une heure à peine, ainsi que du bras d'un autre individu malade depuis six jours, ont donné des colonies avec les mêmes caractères.

» Or, l'aspect des cultures solides du germe de la fièvre jaune est tout autre. Les colonies se développent comme un prolongement en forme de clou, dont la pointe est en dessous et la tête à la surface. En outre, on ne remarque jamais de bulles de gaz le long de la piqûre. La couche constituant la tête du clou est blanche comme de la céruse, et n'est pas entourée d'autres colonies moindres.

» L'examen microscopique montre d'ailleurs, dans les deux cas, des différences radicales. En effet, le microbe de la fièvre bilieuse des pays chauds est un bacille mesurant en moyenne 9 microns de longueur sur 3 de largeur. Ce bacille est immobile et s'accompagne de nombreuses spores mobiles. Il se colore aisément par le violet méthyle et la fuchsine. Chaque bacille se segmente en articles plus ou moins courts; la segmentation est très rapide, chaque bacille se brisant par le milieu, comme lorsqu'on casse sur le genou une verge flexible. Les articles donnent naissance à des spores terminales. Bien que les bacilles que je viens de décrire ressemblent à ceux qui ont été signalés par Klebs et Tommassi Crudeli, je n'ose pas affirmer qu'ils soient identiques.

» D'après mes recherches, l'agent vivant de la fièvre jaune n'est pas un bacille, mais un micrococque, dont j'inocule depuis 1883 les cultures atténuées, à titre de moyen préventif contre la même maladie. Ce micrococque ne mesure, dans les conditions ordinaires, qu'un micron; il est rond, très réfringent, se colore promptement par la fuchsine, le bleu méthyle, etc. Inoculées à l'état virulent, ces cultures donnent lieu, chez les cobayes, à une fièvre jaune bien caractérisée.

» D'un autre côté, l'inoculation du bacille de la fièvre bilieuse produit

chez les cobayes une pyrexie d'accès, mettant en évidence une infection paludéenne.

» En effet, j'ai délayé dans un peu d'eau stérilisée une des cultures du bacille de la fièvre bilieuse, et j'en ai injecté 1gr environ à un cochon d'Inde, dont le poids était de 400gr et la température 38° *ante meridiem*.

» Le lendemain matin, la température s'était élevée à 40°, le poids de l'animal étant descendu à 285gr. A 6h du soir, le thermomètre marquait encore 39°,5.

» Le jour suivant, elle a baissé de nouveau à 38° (apyrexie). Poids = 285gr. Grande faiblesse, adynamie. A 2h de l'après-midi, nouvel accès; la température remonte rapidement à 39° et à 40° la nuit. Cet accès, évidemment pernicieux, tua l'animal vers 5h du matin.

» L'autopsie a révélé une augmentation du foie assez considérable; la vésicule biliaire tendue par de la bile. Dans l'estomac, une grande quantité de bile vert foncé. Reins et poumons hyperhémiés, cœur arrêté en diastole, oreillettes renfermant du sang noirâtre. Le sang extrait du cœur de l'animal étant mis à cultiver, un seul tube d'agar a donné des colonies. Quatre tubes semés avec de la bile ont donné trois ensemencements fertiles. L'aspect des colonies était celui que j'ai décrit; les bacilles ont présenté sous le microscope les mêmes caractères. L'examen microscopique de coupes du foie et des reins, faites par le Dr Abel, y a démontré les mêmes bacilles. Dans un des reins surtout, on a trouvé des foyers de nombreux bacilles, soit enclavés dans le tissu, soit obstruant les canalicules urinaires et la lumière des vaisseaux.

» L'animal avait donc été réellement victime de la fièvre bilieuse, qu'il avait reçue de l'homme.

» *Conclusion*. — La fièvre bilieuse des pays chauds et la fièvre jaune, quoique très semblables entre elles, sont parfaitement distinctes l'une de l'autre, et par les signes cliniques, et par les caractères bactériologiques. L'agent infectieux animé de la première est le bacille que nous avons décrit. L'agent producteur de la fièvre jaune est un microcoque. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation comparée des plantes de même espèce, développées au soleil ou à l'ombre*. Note de M. **L. Géneau de Lamarlière**, présentée par M. Duchartre.

« On a déjà démontré (1), par l'anatomie expérimentale, que la structure des feuilles, dans les individus d'une même espèce, varie selon les différentes conditions d'ombre ou de soleil dans lesquelles ces organes se

(1) L. Dufour, *Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles* (*Ann. des Sc. nat., Bot.*; 1887).

développent. On a démontré en même temps que, sur un arbre de grande taille, les feuilles de la périphérie, développées dans des conditions différentes de celles de l'intérieur, n'ont pas la même structure que celles-ci. Une des variations les plus importantes est présentée par la chlorophylle, qui est plus abondante dans les premières que dans les secondes.

» Dans ces conditions, je me suis demandé si la fonction chlorophyllienne ne variait pas d'intensité dans ces différentes feuilles, exposées à la même lumière, et dans quel sens se produirait la différence. Pour résoudre la question, j'ai fait assimiler des feuilles de plantes herbacées, prises à des individus de même espèce, les uns croissant à l'ombre, les autres au soleil, en plaçant ces différentes feuilles exactement dans les mêmes conditions. J'ai répété les mêmes expériences sur des rameaux entiers d'espèces ligneuses, les uns pris au pourtour de l'arbre, les autres à l'intérieur.

» J'ai toujours employé la méthode de l'air confiné, en me servant tantôt de petites éprouvettes de 16^{cc}, tantôt d'autres plus grandes, de 250^{cc} environ. Les deux sujets comparés étaient toujours mis à assimiler dans deux éprouvettes placées côte à côte, et remplies d'un même mélange gazeux. Toutes les autres conditions extérieures étaient semblables. Les expériences ont été faites tantôt à la lumière diffuse, tantôt à la lumière directe du soleil. Enfin, j'ai calculé seulement les quantités d'acide carbonique décomposées en fonction de la surface, en prenant comme unités le centimètre cube et le centimètre carré.

» En opérant de cette manière, j'ai toujours trouvé que la quantité d'acide carbonique décomposé était plus forte pour les feuilles développées au soleil que pour les feuilles développées à l'ombre.

» Voici les résultats de quelques-unes de ces expériences, *a* indiquant la feuille développée au soleil et *b* la feuille développée à l'ombre.

		1.	2.	3.
		cc	cc	cc
I. Hêtre	*a*....	0,038	0,081	0,023
	b....	0,024	0,068	0,017
II. Chêne	*a*....	0,064	0,050	»
	b....	0,037	0,037	»
III. *Salix rosmarinifolius*	*a*....	0,327	0,298	»
	b....	0,300	0,230	»
IV. *Bupleurum falcatum*	*a*....	0,111	0,109	0,136
	b....	0,066	0,085	0,076
V. *Laserpitium latifolium*	*a*....	0,117	0,100	0,127
	b....	0,066	0,084	0,110
VI. *Peucedanum parisiense*	*a*....	0,117	0,200	0,093
	b....	0,039	0,069	0,046

» On voit que, dans les mêmes conditions, la feuille développée à l'ombre assimile toujours beaucoup moins que celle qui s'est développée au soleil.

» J'ai obtenu des résultats analogues avec le Charme, l'*Heracleum Sphondylium*, le *Pimpinella Saxifraga* et le *Teucrium Scorodonia*.

» Il résulte des expériences précédentes que :

» 1° Dans les mêmes conditions extérieures, la décomposition de l'acide carbonique varie d'intensité, pour les feuilles d'une même espèce, selon les conditions de développement de ces feuilles;

» 2° Les feuilles d'une espèce développées au soleil, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, décomposent l'acide carbonique de l'air plus énergiquement que les feuilles développées à l'ombre (¹). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éruption actuelle de l'Etna.* Extrait d'une Lettre de M. **Wallerant** à M. Fouqué.

« Nicolosi, 15 août 1892.

» ... L'éruption de 1892, sans avoir l'importance de celle de 1865, est, à plusieurs points de vue, supérieure à celle de 1886; les coulées de lave sont plus étendues et les cratères plus nombreux.

» Le 8 juillet dernier, se produisirent les signes précurseurs habituels : épaisse colonne de fumée noire, sortant du cratère principal, et tremblement de terre qui se fit sentir jusqu'à Catane. Le lendemain l'éruption proprement dite commença : deux fentes se formèrent à une petite distance l'une de l'autre, dans des directions sensiblement orientées suivant le 20e et le 15e degré nord. L'une d'elles ne laissa échapper que de la fumée, tandis que l'autre, la plus orientale, donna naissance à une coulée de lave passant à l'ouest du Monte Nero et que nous désignerons sous le nom de *coulée occidentale*. Il ne s'est pas formé de cône volcanique le long de cette fente; c'est seulement lorsque l'écoulement eut cessé que, successivement, du nord au sud, s'élevèrent quatre cônes volcaniques, alignés suivant la direction 355°, à une distance de 60^m environ à l'est de la fente précédente.

» Une nouvelle émission de lave se produisit, passant à l'est du Monte Nero et constituant la coulée orientale. Pendant un mois, c'est-à-dire jus-

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

qu'au 8 août inclusivement, l'éruption suivit son cours normal; la lave continue à couler et les cônes à augmenter de hauteur. Mais le 9, des modifications assez importantes se produisirent : il y a lieu de décrire, avec quelques détails, l'état des lieux avant ce changement.

» Les flancs de l'Etna, tant au point de vue de la rapidité de la pente qu'au point de vue de la végétation, se divisent en trois régions : l'une inférieure, en pente douce, est cultivée; la seconde, à pente plus rapide, est plantée de vastes forêts coupées par les coulées de lave; enfin la troisième est abrupte et stérile. Le siège de l'éruption actuelle se trouve à la limite supérieure de la seconde zone, sur le versant sud, à une altitude de 1900^m, au pied même de l'abrupt formé par les laves de la Montagnola. C'est au pied même de cet abrupt que convergent les deux fentes et l'alignement de cônes dont nous avons indiqué l'existence.

» La fente occidentale, restée stérile, assez fréquemment interrompue par des amas de blocs, présente une largeur maxima de 40^m avec une profondeur de 50^m; elle s'est produite, en particulier, avec une coulée de lave ancienne affleurant au milieu de ses versants. La seconde fente, en partie obstruée par les matériaux rejetés, est aujourd'hui beaucoup moins large; ses bords, sur une hauteur de 15^m, se montrent formés de blocs arrondis de scories encore brûlantes le 8 août. La lave sortie de cette fente est descendue à l'ouest du Monte Nero del Bosco; coulant vers le sud-ouest, elle est venue recouvrir la lave de 1883 sur le flanc oriental du Monte Rinazzi et s'est arrêtée plus au sud, à l'est du Monte Secreta.

» Les cônes volcaniques offrent bien des particularités intéressantes. La direction de leur alignement passe, à peu de chose près, par le sommet de l'Etna et de l'autre côté par le Monte Gemmellaro, cratère de l'éruption de 1886. Au nombre de quatre, ils sont d'autant plus élevés au-dessus de la surface du sol, qu'ils sont plus au nord. Le premier, en commençant par l'extrémité septentrionale, a environ 150^m de haut; il entoure deux cratères séparés par une cloison dirigée est-ouest, et il est égueulé au nord presque jusqu'au ras du sol. Aussi, en nous penchant, avons-nous pu constater, M. Chudeau et moi, que les cratères étaient obstrués et ne laissaient échapper que d'abondantes fumées blanches, en grande partie d'acide sulfureux. Le second cône, nettement séparé du précédent, est légèrement égueulé vers le nord-ouest; il est le siège d'explosions violentes, qui s'entendent jusqu'à Nicolosi. Ces explosions, au nombre de deux en moyenne par minute, étaient accompagnées de projection de scories et d'émission de fumée noire. Tandis qu'aucune coulée ne paraît en relation

immédiate avec les deux premiers cratères, on voit à l'est, au pied de ce second cône, le point de sortie d'une coulée qui fut le point de départ du courant oriental.

» Le troisième cône est accolé au second; il est complètement égueulé au sud; les projections y sont peu nombreuses; la fumée blanche en sort d'une façon continue. Un courant de lave s'en échappe; il passe entre le Monte Nero et le Monte Gemmellaro, pour venir recouvrir, à l'ouest du Monte Grosso, le courant occidental.

» Le quatrième cône, beaucoup moins élevé que les précédents, est légèrement rejeté vers l'est et s'adosse au contrefort oriental du troisième. Complètement égueulé vers le sud, il laisse échapper une coulée qui recouvre en partie le Monte Pinisello, le Monte Elici, et, arrivée au Monte Albano, le contourne vers l'ouest et s'avance au sud jusqu'à la Camercia. Il est à remarquer que la lave sortant du troisième et du quatrième cratère n'alimente pas les premières coulées, mais forme à leur surface un grand nombre de ruisseaux (1).

» Tel était l'état de choses le 8 août. Mais, dès le soir, on constata que les explosions avait cessé et que les projections avaient beaucoup diminué. Cet état de repos relatif se continua pendant les journées des 9 et 10 : on pouvait croire que l'éruption allait entrer dans la période de décroissance, lorsque, le 11, se produisit une émission de fumée telle, que l'Etna disparaissait complètement dans un nuage absolument opaque; en même temps on apprenait que la lave, quittant les premières coulées, s'ouvrait, à l'est du Monte Albano, un nouveau chemin à travers les vignobles.

» Enfin, le 12 au matin, nous constations l'ouverture d'un nouveau cratère, dans l'alignement des précédents, à 100^{m} environ au nord du plus septentrional. Ce cratère venait de s'ouvrir, car, malgré l'abondance des matériaux rejetés, il n'existait pas encore de cône volcanique. D'ailleurs, l'avant-veille, nous étions passés en ce même point et nous avions bien constaté l'existence de petites fentes laissant échapper de la fumée, mais rien ne faisait prévoir la formation d'un cratère à si bref délai. Détail intéressant à noter : la formation de ce cratère fut accompagnée d'un arrêt complet des projections dans le second cône volcanique, projections si violentes jusqu'alors. L'éruption paraît donc entrer dans une seconde phase, exigeant de nouvelles observations.

---

(1) Je joins à cette Lettre des croquis, qui feront comprendre la position des différents cratères.

» Tels sont les faits que M. Chudeau et moi avons constatés; nous vous serions très obligés de vouloir bien les communiquer à l'Académie, espérant qu'elle trouvera, dans cette trop courte relation, la preuve de nos efforts pour remplir au mieux la mission qu'elle nous a fait l'honneur de nous confier. »

M. le Dr **Durand-Fardel** adresse une Note sur trois secousses de tremblement de terre ressenties à Vichy, dans la matinée du 26 août.

M. **Léopold Hugo** adresse des remarques relatives aux planètes Mars et Jupiter.

M. **Hermann Ohlsen** adresse, de New-York, une Note intitulée « To solve the Problem of how to communicate with the inhabitants of Mars ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 aout 1892.

Le choléra, ses causes, moyens de s'en preserver, par le Dr G. Daremberg. Paris, Rueff et Cie, 1892; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Pasteur.)

Recherches sur la composition de l'atmosphère, etc., par A. Petermann et J. Graftiau. Première Partie : *Acide carbonique contenu dans l'air atmosphérique*. Bruxelles, Hayez, 1892; 1 vol. in-8°.

Zbior wiadomosci do Antropologii krajowej wydawany staraniem komisyi antropologicznaj Akademii umi ejetnosci W. Krakowie. Tom XV. Krakow, 1891; 1 vol. in-8°.

Report of the sixty-first meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Cardiff in august 1891. Londres, 1892; 1 vol. in-8°.

Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttin-

gen, siebenunddreissigster Band, vom Jahre 1891. Göttingen, 1891; 1 vol. in-4°.

Atlas Geologiczny, Galicyi, Zeszyt, IV : *Kart piec, Tuchla* (X, 9), *Okörinezö* (X, 10), *Dolina* (XI, 9), *Porohy* (XI, 10), *Brustura* (XI, 11). Oppracowal Dr Émil Dunikowski. Krakow, 1891.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 aout 1892.

Annales agronomiques publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain. Tome XVIII, n° 8. Paris, Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Supplément à l'Histoire céleste de Lalande. Catalogue de 3950 *étoiles dont les coordinations moyennes sont ramenées à l'équinoxe de* 1800,0, par M. J. Bossert. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez. — *Mémoires*, t. XX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris*. — *Rapport général*, par M. Alfred Picard. Tome VIII : *Les produits alimentaires, l'agriculture, l'aquiculture et l'horticulture*. (Groupes VII, VIII et IX de l'Exposition universelle de 1889.) Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Revue des Sciences naturelles appliquées. — *Les migrations des canards et inductions à en tirer sur la mer libre du pôle nord*, par Gabriel Rogeron. Paris, 1892; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la direction du Prof. Dr M. Menzbier, année 1891, n° 4; année 1892, n° 1. Moscou, 1892; 2 vol. in-8°.

Minutes of Proceedings of the Institution of civil engineers, with other selected and abstracted Papers, vol. CIX. London, 1892; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 SEPTEMBRE 1892,

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉDECINE. — *Note sur le traitement du cancer et du choléra par le liquide testiculaire;* par M. **Brown-Séquard**.

« I. Dans deux Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, le 30 mai et le 7 juin dernier (voyez *Comptes rendus*, t. CXIV), ayant surtout pour objet l'influence d'injections sous-cutanées d'un liquide extrait des testicules, j'ai montré que ce liquide possède, à un degré très considérable, la puissance de donner de la force aux centres nerveux et, en particulier, à la moelle épinière. J'ai montré aussi que, grâce à cette influence s'exerçant sur les centres nerveux, la nutrition et les sécrétions s'améliorent, et la faiblesse, dépendant des états morbides les plus variés, diminue ou disparaît.

» Dans ces Communications, je me suis occupé de la tuberculose pulmonaire, de la lèpre, et de plusieurs autres maladies. Je me suis abstenu,

délibérément, de parler du cancer [1], bien que je connusse des faits qui, certainement, paraissaient démontrer l'heureuse influence exercée par ce liquide chez des individus souffrant de cette affection. Des faits nouveaux ne me permettent plus d'hésiter; mais, je crois, néanmoins, devoir n'en rapporter qu'un seul ici.

» Dans une lettre que m'adresse un médecin de mérite, le Dr Labrosse, de Mustapha-Alger, il dit :

» J'ai soigné par des injections hypodermiques de suc testiculaire de lapin, préparé simplement d'après votre première méthode, une dame atteinte de cancer utérin inopérable. Les résultats ont été tels que cette malade, arrivée à la période cachectique et condamnée à garder la chambre par suite de son état de faiblesse, a pu, après une douzaine d'injections, marcher, se promener à pied ou en voiture, *ce qu'elle n'avait pas fait depuis un an*. De plus, sous l'influence des seules injections, les sécrétions utérines, qui étaient excessivement abondantes et fétides, se sont arrêtées.

» Que deviendront les malades, atteints de cancer, chez lesquels on constate des améliorations considérables? Je ne répondrai pas à cette question, préférant laisser la parole aux faits que l'avenir nous fournira.

» Sans vouloir examiner ici par quel mode d'action se produisent les améliorations qui suivent les injections de liquide testiculaire, je crois devoir dire que ce n'est pas par une action directe sur les microbes ou autres agents pathogènes, pas plus dans les cas de cancer que dans ceux de tuberculose pulmonaire, de lèpre, etc. Ainsi que je l'ai montré ailleurs, c'est parce qu'il augmente les puissances d'action du système nerveux que le liquide testiculaire produit ses effets.

» On sait combien est grande et variée l'action de ce système sur l'état organique et les propriétés des différents tissus, pour la production de changements morbides. Il devient de plus en plus évident que l'action nerveuse peut défaire ce qu'elle a fait et ramener les conditions normales là où elles avaient disparu.

» II. Je crois qu'il importe en ce moment d'appeler l'attention des médecins sur l'importance qu'il y aurait à employer le liquide testiculaire contre le choléra. Déjà, plusieurs médecins français et entre autres le Dr Gibert, du Havre, et les Drs Muselier et Roger, de Paris, ont commencé

---

(1) J'ai lu que le Dr Filleau a obtenu, chez deux cancéreux, des améliorations extrêmement remarquables à l'aide des injections sous-cutanées de liquide testiculaire. Je ne sache pas que ce praticien ait encore publié ces deux faits dans un journal de Médecine.

ou vont commencer à s'en servir. Mais ils ont été précédés par le Dr Ouspensky, auquel la Science et la pratique doivent de très belles recherches sur l'emploi du liquide testiculaire, surtout contre la tuberculose pulmonaire. M. Ouspensky est un médecin militaire que le Gouvernement russe a envoyé au Caucase pour étudier et combattre le choléra. Il y a déjà plusieurs semaines qu'il m'écrivait qu'il allait faire usage du liquide testiculaire contre cette maladie. Je n'ai plus eu de nouvelles de lui, mais les journaux de Saint-Pétersbourg annoncent qu'il a obtenu les plus grands succès. Ils vont même jusqu'à dire que tous les malades traités par le liquide testiculaire ont été guéris. Laissant cette assertion de côté, je puis dire que, d'après ce que nous savons du rôle du système nerveux dans le choléra, il y a lieu d'espérer que les injections sous-cutanées de ce liquide seraient d'une très grande utilité, au moins au début de la maladie ou lorsque le malade, guéri du choléra, se trouve, ce qui est loin d'être rare, dans un état de profonde adynamie. Je crois donc devoir recommander l'emploi de ce mode de traitement contre le choléra. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning* (1892, *II*), *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux;* par MM. G. Rayet, L. Picart et F. Courty. Note de M. **G. Rayet**.

Comète Denning (1892, II).

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mars 31.....	9.32.27,7	0. 0.59,66	$+\bar{1}$,594	29.22.40,4	−0,900	1	G. Rayet
Avril 3.....	8.54.33,0	0.18.19,33	$+\bar{1}$,729	29.18.57,5	−0,869	2	G. Rayet
15.....	9. 3.57,6	1.28.57,46	$+\bar{1}$,720	30.13.50,6	−0,858	3	Picart
16.....	9.21. 1,3	1.34.22,98	$+\bar{1}$,709	30.22. 8,2	−0,873	4	G. Rayet
19.....	9. 9.43,0	1.49.58,45	$+\bar{1}$,722	30.49.59,1	−0,859	5	Picart
20.....	9.14.47,9	1.55. 2,10	$+\bar{1}$,728	31. 0. 7,6	−0,863	6	G. Rayet
23.....	9.24.51,7	2. 9.44,84	$+\bar{1}$,703	31.32.53,5	−0,873	7	Picart
24.....	9.12.28,1	2.14.27,63	$+\bar{1}$,731	31.44.49,8	−0,860	8	G. Rayet
27.....	9.20. 5,4	2.28.10,64	$+\bar{1}$,723	32.21.22,7	−0,868	9	G. Rayet
28.....	11.29.56,4	2.32.15,97	$+\bar{1}$,029	32.34.29,1	−0,927	10	Courty
Mai 1.....	10.29. 3,2	2.45.34,77	$+\bar{1}$,534	33.17.27,8	−0,913	11	Courty
16.....	10.21.53,7	3.40. 4,49	$+\bar{1}$,461	36.58.59,6	−0,923	12	Picart
17.....	9.26. 2,7	3.43.13,90	$+\bar{1}$,636	37.15. 1,7	−0,888	13	Picart
18.....	10. 9.26,0	3.46.14,15	$+\bar{1}$,502	37.29.49,3	−0,917	14	G. Rayet

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
19.....	9.35.33,7	3.49.12,92	$+\bar{1},602$	37.45.35,4	−0,897	15	G. Rayet
20.....	10.18.22,9	3.52.17,19	$+\bar{1},470$	38. 1.28,0	−0,923	16	Picart
21.....	9.36. 5,4	3.55. 8,18	$+\bar{1},590$	38.17. 6,6	−0,901	17	G. Rayet
29.....	10. 4.51,9	4.17. 0,70	$+\bar{1},060$	40.24.46,5	−0,944	18	G. Rayet
Juin 26.....	13.55.44,1	5.15.42,93	$-\bar{1},601$	47.48.18,4	−0,880	19	G. Rayet
27.....	13.50.22,1	5.17.22,39	$-\bar{1},602$	48. 3.59,8	−0,883	20	G. Rayet
29.....	13.52.50,8	5.20.40,35	$-\bar{1},612$	48.34.43,4	−0.878	21	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Etoiles	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Helsingfors-Gotha, 14657	23.59.31,10	−3,32	29.17.14,8	+7,79
2..	Helsingfors-Gotha, 316	0.20.34,59	−3,28	29.11. 9,8	+7,86
3..	½[Argelander 1741. — Helsingfors 1413]	1.31. 5,40	−3,14	30. 4.27,2	+2,35
4..	½ Lalande 2827. — Helsingfors 1368]	1.28.54,66	−3,10	30.20.23,2	+2,91
5..	½[Bonn, t. VI + 59°,351. — Helsingfors 1674]	1.47.14,30	−3,02	30.41.50,9	+1,74
6..	½[Lalande 3536. — Helsingfors 1728]	1.50.48.57	−2,98	30.54. 2,3	+1,63
7..	½[Argelander 2454. — Helsingfors 1961]	2. 5.29,07	−2,86	31.42.30,4	+0,95
8..	½[Lalande 4405. — Helsingfors 2291]	2.18.57,22	−2,84	31.36.45,8	−0,19
9..	½[Lalande 4543-4545. — Helsingfors 2291]	2.23.37,82	−2,71	32.27.21,8	−0,57
10..	½[Argelander 3055-3056. — Helsingfors 2459]	2.35.40,68	−2,67	32.37.59,6	−0,42
11..	½[Argelander 3227. — Helsingfors 2568]	2.44.30,05	−2,45	33.11.20,3	−0,85
12..	Argelander 4181	3.43. 3,99	−2,03	36.46.57,8	−2,80
13..	Argelander 4223-24	3.45.40,34	−2,00	37. 3.54,1	−2,82
14..	Struve. — Positiones mediæ 377	3.41.19,26	−1,95	37.40.38,8	−2,30
15..	Argelander 4252-4254	3.47.27,44	−1,93	37.40,42,5	−2,34
16..	Argelander 4283-84-85	3.49.49,24	−1,88	38.11. 8,2	−2,61
17..	Bonn t. VI + 51°, 848	3.56.57,51	−1,85	38.18.34,7	−2,98
18..	Bonn t. VI + 49°, 1183	4.19.43,86	−1,58	40.22.33,0	−3,35
19..	Bonn t. VI. + 42°, 1258	5.14.16,46	−0,74	47.49.23,4	−3,60
20..	Weisse₂. H. V, 341	5.15.15,08	−0,71	47.59.50,6	−3,58
21..	Lalande 10224	5.23.10,86	−0,66	48.37.13,6	−3,89

» La comète s'est toujours montrée comme une nébulosité ronde, d'un éclat très faible, invisible dans l'équatorial de 38cm dès qu'il y avait un peu de Lune. Le 16 avril, j'ai noté que la nébulosité avait un noyau de 15e grandeur environ.

» Par suite de sa position, la comète n'était observable que dans le voisinage de l'horizon; les observations ont souvent été pénibles. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Mars.* Lettre de M. **Perrotin** à M. Faye.

« J'aurais dû vous écrire plus tôt au sujet de la planète Mars, que j'étudie depuis près de quatre mois avec notre grand équatorial. Le très grand désir que j'avais de vérifier les phénomènes extraordinaires auxquels je faisais allusion dans ma précédente Lettre en est la cause.

» Au surplus, je n'ai rien gagné à attendre, et, à cette heure, après des retards successifs que je regrette beaucoup, je ne suis guère plus avancé qu'il y a un mois. Soit que les images aient été moins satisfaisantes, soit que les phénomènes en question ne se soient pas renouvelés, rien n'est venu s'ajouter à mes premières observations.

» Il s'agit de renflements brillants, de couleur et d'éclat comparables à ceux de la calotte polaire australe, observés à trois reprises différentes, le 10 juin et les 2 et 3 juillet, sur le bord ouest du disque de la planète.

» La dernière fois, le 3 juillet, il m'a été possible de noter les diverses phases de cette singulière apparition. Ce jour-là, le point brillant a commencé à émerger sur le bord du disque à $14^h 11^m$ (temps astronomique du lieu), d'abord très faible; puis je l'ai vu croître graduellement, passer par un maximum, diminuer ensuite pour disparaître enfin à $15^h 6^m$ environ. Les faits n'auraient pas été différents s'il s'était agi d'une élévation de la surface de Mars traversant le bord éclairé du disque par le seul effet de la rotation de la planète. La phase qui affectait à ce moment le bord ouest de la planète, où le phénomène se produisait, n'a pu que le modifier dans sa grandeur et sa durée. La veille, le 2 juillet, j'étais arrivé à la lunette dans la période voisine du maximum, à $14^h 10^m$, et j'avais pu suivre le point brillant jusqu'à sa complète disparition, jusqu'à $14^h 40^m$.

» Les 2 et 3 juillet, les choses se passaient dans la même partie du disque vers le 50e degré de latitude sud et avec un retard, d'un jour à l'autre, d'une demi-heure, comme il convient à un fait se produisant dans une même région de la planète.

» La première observation de ce genre remonte au 10 juin et dura de $15^h 12^m$ à $16^h 17^m$ environ. Cette fois, le point brillant se trouvait dans le voisinage du 30e degré de latitude sud, probablement dans la partie australe de l'isthme *Hesperia* de la carte de Schiaparelli.

» J'ajoute que, pendant ces observations, la portion du disque qui avoi-

sinait la petite protubérance m'a toujours paru légèrement déformée et comme soulevée.

» Tels sont les faits. Je ne me permettrai pas de les interpréter. Ils se sont présentés avec une netteté si grande, qu'il n'est guère possible de les considérer comme le résultat d'une illusion quelconque.

» D'autre part, comme il s'agit ici de projections en dehors du disque d'au moins un ou deux dixièmes de seconde d'arc, c'est-à-dire de phénomènes s'élevant à plus de 30^{km} ou 60^{km} d'altitude, l'esprit se trouve confondu par de pareils nombres, auxquels nous ne sommes pas habitués sur notre globe, et il n'y a sans doute que des phénomènes exclusivement lumineux qui puissent expliquer de semblables hauteurs.

» La calotte neigeuse australe a été l'objet de quelques mesures, qui seront publiées avec les dessins de cette opposition. Cette calotte a notablement diminué depuis deux mois; actuellement, elle est en train de se disloquer; elle est coupée par deux lignes noires au moins, sortes de crevasses analogues à celle que j'ai signalée en 1888 dans la calotte boréale. La première de ces lignes a été vue dès la fin de juin; la seconde, le 8 du mois d'août.

» Le pourtour est maintenant plus irrégulier que dans le passé; on aperçoit notamment, entre le méridien de 300° et de 0° (Carte de Schiaparelli), une échancrure noire profonde qui va sans cesse grandissant.

» Bien que les conditions actuelles ne leur soient pas précisément très favorables (au moins en ce qui concerne une partie d'entre eux), plusieurs canaux se voient assez bien; certains sont assez apparents pour convaincre même les observateurs les plus prévenus.

» Deux de nos dessins de la grande Syrte, faits à des dates éloignées, indiquent quelques légers changements dans la portion la plus boréale de cette mer. Ils sont sans doute le fait des brouillards ou des nuages qui, à plusieurs reprises, m'ont paru envahir les régions boréales placées à l'est de cette grande Syrte, au point de cacher les canaux qui les sillonnent, et de ne les laisser voir que dans une partie seulement de leur étendue, celle qui est le plus au sud.

» Nos dessins du lac du Soleil, comparés à ceux de M. Schiaparelli, accusent aussi quelques changements de détail dans l'aspect du lac lui-même et dans celui des mers et des canaux qui l'entourent.

» L'observation la plus intéressante de ce mois-ci est celle que j'ai faite, le 6 août, d'un point très brillant placé précisément un peu au nord de ce lac du Soleil. Ce point, qui m'avait frappé par son éclat extraordinaire,

n'a pu être revu le lendemain; s'il existait encore (les images étaient moins bonnes que la veille), il était certainement bien moins lumineux.

» Ce phénomène et les phénomènes analogues que l'on note quelquefois sur la surface de la planète ne sont peut-être pas sans avoir quelque rapport avec les apparences du bord du disque que je viens de signaler. Les observations de l'avenir nous renseigneront sans doute à cet égard.

» J'aurais peut-être différé encore l'envoi de ma lettre si, ces jours derniers, je n'avais reçu, de M. Newcomb, l'extrait d'un journal où il est rapporté que les astronomes de Lick ont également observé les projections lumineuses du bord du disque.

» J'ajoute que, au commencement de juillet j'avais fait part de mes observations à M. André, directeur de l'Observatoire de Lyon. qui se trouvait en ce moment en visite au mont Gros et que je l'avais invité à venir vérifier le 5 au matin les apparences étranges dont je lui avais parlé. Malheureusement le ciel resta couvert toute la nuit et aucune suite ne put être donnée à mon projet. »

BOTANIQUE. — *Réapparition de la Chélidoine à feuille de Fumeterre.* Note de M. **D. Clos.**

« En 1719, un Membre de l'Académie, Jean Marchant ([1]), décrit et fait figurer dans l'*Histoire de l'Académie royale des Sciences*, p. 36, tab. VI et VII, des pieds de Mercuriale crus spontanément et se resemant dans son jardin, aux feuilles linéaires dans les uns, divisées en lanières capillaires dans les autres. Considérées par lui comme deux espèces distinctes de la Mercuriale annuelle, ces formes ont été, dans ce siècle, observées à Angers, à Issy-l'Évêque (Boreau, Grenier, Godron, Müller Arg.).

» En 1845, Cosson et Germain inscrivent aussi comme espèce, dans leur *Flore des environs de Paris*, t. I, p. 333, et, plus tard, dans leur *Synopsis* de cet Ouvrage (1re et 2e édition), sous le nom de *Marrubium Vaillantii,* une

---

([1]) En 1888, dans une Note intitulée *Les trois premiers botanistes de l'Académie royale des Sciences, Dodart et les deux Marchant,* j'ai cherché à établir la part qui revient à chacun d'eux, notamment à Jean Marchant, mort en 1738, trop souvent confondu avec son père, Nicolas Marchant, mort en 1678, l'un et l'autre ayant, dans leurs travaux respectifs, constamment omis leurs prénoms, ou même les initiales de ceux-ci. (Voy. *Bull. Soc. bot. de France,* t. XXXV, p. 285 à 289).

forme croissant à Étampes et à Fontainebleau, distincte du Marrube commun (*M. vulgare* L.) par ses feuilles longuement pétiolées, incisées et en coin, par la lèvre supérieure de la corolle profondément bilobée, et par sa stérilité.

» Tout récemment, M. P. Barthès, professeur à l'École de Sorèze (Tarn) découvrait, sur les parois d'un mur de cette petite ville, un pied d'une étrange forme de Chélidoine, que je n'ai pas hésité à rapporter au *Chelidonium fumariæfolium* signalée, il y a près de deux siècles, par Morison et par Tournefort; elle a été inscrite par de Candolle, en 1821, dans son *Systema regni vegetabilis*, t. II, p. 100, et, en 1824, dans le premier Volume de son *Prodomus*, p. 123, dernier Ouvrage où elle est rapportée comme variété au *Chelidonium laciniatum* Mill. L'auteur ne lui assigne pas de localité, ne paraît pas même l'avoir vue, et les phytographes venus après lui, Mutel, Reichenbach, Koch, Grenier et Godron, Spach, etc., n'ont pas été plus favorisés [1]; aussi est-elle omise par plusieurs d'entre eux.

» La Chélidoine à feuille de Fumeterre renferme, comme ses congénères, un *latex* jaune; elle a les feuilles inférieures longuement pétiolées, bipinnatiséquées, les supérieures bipalmatipartites, toutes avec les divisions linéaires-lancéolées, laciniées-dentées; des fleurs petites, peu apparentes, aux pétales d'un jaune pâle, courts et découpés; des siliques arrêtées dans leur développement et dépourvues de graines. Elle diffère, par tous ces caractères, et de la grande Chélidoine ou Éclaire (*Chelidonium majus* L.), et presque tout autant de la Chélidoine laciniée, cultivée dans les jardins botaniques et dont l'adjectif déterminatif du nom lui conviendrait assurément mieux.

» Mais les diverses plantes dont il est question dans cette Note, savoir: *Mercurialis foliis capillaceis*, et *Mercurialis altera foliis in varias et inæquales lacinias quasi dilaceratis* de J. Marchant, *Marrubium Vaillantii* de Cosson et Germain, *Chelidonium fumariæfolium*, ne sont pas des variétés, simples modifications du type spécifique, mais bien des déviations de ce type, des formes accidentelles et anormales qu'il convient de reléguer, comme on l'a déjà fait pour les trois premières, dans le cadre de la tératologie végétale.

» Le fait de la réapparition de cette Chélidoine, à très longue échéance,

---

(1) Koch le déclare expressément pour son compte (*Synopsis floræ germanicæ*, p. 33).

confirme pour elle cette appréciation. La plante est sans doute vivace, mais la présence d'un suc spécial et l'intrusion des racines du pied observé dans les interstices d'une muraille s'opposent à sa multiplication, tandis que l'on propage le Marrube de Vaillant, également vivace, par des moyens artificiels. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. Campanakis adresse, de Constantinople, un Mémoire sur la « Communication des deux Mondes par l'Atlantis, aux époques préhistoriques. »

(Commissaires : MM. Faye, Blanchard, Fouqué.)

M. Al. Lisseveo adresse, de Pise, un complément à sa Communication précédente sur le postulatum d'Euclide.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

Le Congrès international des Américanistes invite l'Académie à se faire représenter à sa session qui doit avoir lieu à Huelva, du 7 au 12 octobre prochain.

M. d'Abbadie, Président de l'Académie, est désigné pour la représenter à ce Congrès.

M. le baron Larrey demande la parole à propos du procès-verbal de la dernière séance, et s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie, en l'offrant à la Bibliothèque de l'Institut, l'*album de croquis de la campagne d'Égypte*, dont j'ai cru pouvoir dire quelques mots, dans la séance dernière, à propos du précieux manuscrit du capitaine Malus, donné par M. le Secrétaire perpétuel J. Bertrand.

» Cet album de croquis, dont la vétusté remonte à l'expédition d'Égypte, n'est que le minime spécimen d'une collection, dessinée par un ancien soldat

de l'armée d'Orient, nommé Dejuine. Sa passion pour le dessin, qu'il n'avait pas appris correctement, était si active et si naïve qu'il cherchait partout à retracer les souvenirs d'un pays aussi intéressant que nouveau pour lui et pour tant d'autres.

» Les sites pittoresques, les vues de la mer et celles du Nil, les monuments grandioses des pyramides, des obélisques, les inscriptions anciennes, les hiéroglyphes, les types de race, les costumes d'hommes et de femmes, les usages, les métiers divers, les animaux enfin de toute espèce, les plantes indigènes, etc., il y avait de tout dans les albums du brave Dejuine, faisant aussi bien son métier de soldat qu'il s'appliquait à devenir dessinateur. Il fut malheureusement atteint de l'ophtalmie endémique en Égypte et, dans son évacuation sur France, pour entrer à l'hôpital des Invalides d'Avignon, il perdit ses albums, moins un seul, en perdant à peu près la vue. Nommé sous-officier, sans obtenir la croix, en 1804, comme il l'avait espéré, il la reçut cependant à l'hôtel des Invalides, où j'eus occasion de le voir, de longues années après. Le vétéran de l'armée d'Égypte voulut m'en laisser un souvenir, en me donnant ce qui lui restait de plus précieux, le dernier album de ses souvenirs, spécimen de ceux qu'il avait perdus. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks* (C 1892) *et de la nouvelle planète Wolf, faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

Comète.

Dates.		Étoiles.	Gr.	Astre — Étoile. ΔR.	Astre — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.
1892				m s	′ ″	
Août 31	a	1230 BD + 31°	9	−0. 2,16	+ 2.13,9	4: 4
31	a	Id.	»	+0. 5,05	+ 1.57,6	4: 4
31	a	Id.	»	+0. 5,85	+ 1.55,6	4: 4

Planète.

Dates.		Étoiles.	Gr.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.
Août 30	b	5975 BD — 10	7	+1.43,38	+ 4.57,4	12: 8
30	b	Id.	»	+1.41,97	+ 4.41,7	6: 4
31	b	Id.	»	+0.55,15	+ 1.51,3	12:12
Sept. 1	b	Id.	»	+0. 6,11	− 1.16,6	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1892		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 31....	*a*	6. 5.58,94	+1,35	+31.40. 7,3	+ 4,4	Leide, V. Z 397, n° 121
30....	*b*	22.37.20,45	+2,82	−10.40. 7,6	+13,6	Weisse$_1$. 22^h.
31....	*b*	22.37.20,45	+2,83	−10.40. 7,6	+13,7	Id.
Sept. 1....	*b*	22.37.20,45	+2,84	−10.40. 7,6	+13,7	Id.

Positions apparentes de la comète et de la planète.

Comète.

Dates.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
1892	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 31...	11.54. 5	6. 5.58,13	$\bar{1},627_n$	+31.42.25,6	0,833
31...	13. 3.15	6. 6. 5,34	$\bar{1},659_n$	+31.42. 9,3	0,772
31...	13.11.47	6. 6. 6,14	$\bar{1},660_n$	+31.42. 7,3	0,763

Planète.

Dates.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Août 30...	9.51.45	22.39. 6,65	$\bar{1},325_n$	−10.34.56,6	0,871
30...	10.34. 5	22.39. 5,24	$\bar{1},165_n$	−10.35.12,3	0,876
31...	9.55.55	22.38.18,43	$\bar{1},297_n$	−10.38. 2,6	0,872
Sept. 1...	10.27.42	22.37.29,40	$\bar{1},148_n$	−10.41.10,5	0,877

» *Remarque.* — 1892, août 31. La comète est une nébulosité ronde, petite, 30″ de diamètre environ, dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de grandeur 12,5-13.

» Par crainte des nuages, la première observation a été faite dans de mauvaises conditions, la comète étant alors très basse. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Brooks* (28 *août* 1892), *faite à l'équatorial Brunner* (0,16) *de l'Observatoire de Lyon;* par M. G. Le Cadet.

Position de la comète.

Date.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
1892	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 1.	15.56.11	+0.33, 8	+ 5.54,0	3:2	6. 8.50, 3	$9,563_n$	+31.36.11,0	0,510	1

Position de l'étoile de comparaison.

Date.	★	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1892 Sept. 1.	1	9	6h 8m 15s,28	+1s,22	+31° 30′ 12″,2	+4″,5	Yarn. Frisby, 2629

» *Remarque.* — La comète est très faible et des brumes la voilent par instants. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul des inégalités d'ordre élevé.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Au commencement de cette année, je me suis proposé de compléter en quelques points le beau Mémoire de M. V. Puiseux (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. VII) consacré à l'exposition des méthodes que Cauchy imagina, en 1845, comme rapporteur du travail de Le Verrier sur la grande inégalité de Pallas.

» I. La convenance d'avoir des méthodes spéciales, quand les indices des moyens mouvements sont assez grands, est signalée par Le Verrier au commencement de son travail cité (*Annales de l'Observatoire*, t. I, p. 397); Le Verrier abandonne le développement algébrique de la fonction perturbatrice pour recourir aux quadratures mécaniques. Il semble que l'exemple simple qui suit met bien en évidence la difficulté. Supposons qu'il s'agisse de trouver le coefficient de $\cos nx$ dans le développement de

$$\frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos x-\varepsilon}},$$

n étant un grand nombre et ε une petite quantité qui devient nulle en même temps que les excentricités et l'inclinaison relative; supposons, pour plus de simplicité, ε indépendant de x. En transformant l'expression connue du coefficient, on trouve pour sa valeur

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\cos nx\,dx}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos x-\varepsilon}}=\frac{2}{\pi}\,\frac{(2\alpha)^n\,\frac{1}{2}\,\frac{3}{2}\cdots\frac{2n+1}{2}}{1.3\ldots(2n-1)}\int_{-1}^{+1}\frac{(1-u^2)^{n-\frac{1}{2}}\,du}{(1+\alpha^2-2\alpha u-\varepsilon)^{n+\frac{1}{2}}}.$$

» Développe-t-on le second membre suivant les puissances de ε, on trouve que le développement procède, par le fait, suivant les puissances du produit $n\varepsilon$, qui cesse d'être une petite quantité pour les valeurs notables de n.

» Si l'on représente le développement de l'intégrale du second membre par

$$u_0 + u_1 \frac{n+\frac{1}{2}}{1}\varepsilon + u_2 \frac{(n+\frac{1}{2})(n+\frac{3}{2})}{1.2}\varepsilon^2 + \ldots,$$

on peut démontrer que $u_0 < u_1 < u_2 < \ldots$.

» Peut-être y aurait-il lieu, à cause de cela, de faire des réserves sur les coefficients des inégalités à longue période obtenus en prenant les termes du plus bas degré fournis par le développement ordinaire de la fonction perturbatrice.

» II. Cauchy développe cette fonction par rapport aux sinus et cosinus de l'une des anomalies excentriques ψ', l'autre anomalie ψ recevant des valeurs particulières (nous laissons de côté la transformation des anomalies excentriques en anomalies moyennes). Il ne reste plus qu'à exécuter une série de quadratures mécaniques, au lieu d'une double série comme Le Verrier. Mais si l'on remarque que le carré de la distance mutuelle des deux corps ne varie pas essentiellement de forme quand on prend, au lieu des deux arguments ψ et ψ', la différence $\psi - \psi'$ et l'un d'eux, et que la distance mutuelle est seulement fonction de $\psi - \psi'$ quand les excentricités et l'inclinaison relatives sont nulles, il est indiqué d'introduire cette différence.

» III. Pour développer suivant les sinus et cosinus de $\psi - \psi'$, on fait usage, avec Cauchy, de la série de Legendre

$$\frac{1}{2}b_{\frac{1}{2}}^{(n)} = \frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots 2n}\frac{\alpha^n}{\sqrt{1-\alpha^2}} \times \left[1 - \frac{1}{2}\frac{1}{2n+2}\frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} + \frac{1.3}{2.4}\frac{1.3}{(2n+2)(2n+4)}\left(\frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}\right)^2 - \ldots\right],$$

spécialement appropriée au calcul des coefficients de Laplace quand n est grand. Toutefois cette série n'est pas convergente pour les valeurs de $\alpha > 0,707$; on ne pourrait donc pas l'utiliser dans la théorie des perturbations de Vénus et de la Terre où $\alpha = 0,723332$. J'ai réussi à établir que la série de Legendre, ou même la série plus générale qui donne

$b_s^{(n)}$ ($s =$ K entier $+ \frac{1}{2}$)

$$\frac{1}{2} b_s^{(n)} = \frac{s(s+1)\ldots(s+n-1)}{1.2\ldots n} \alpha^{n-2K-1} \gamma^s$$
$$\times \left[1 + \frac{s-1}{1} \frac{s}{n+1} \gamma + \frac{(s-1)(s-2)}{1.2} \frac{s(s+1)}{(n+1)(n+2)} \gamma^2 + \ldots \right],$$
$$\gamma = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$$

jouit des propriétés de la série semi-convergente de Stirling à partir du terme en γ^{s+K}, c'est-à-dire que le reste de la série, quand on s'arrête à un terme plus éloigné, lui est numériquement inférieur et de signe contraire. Cela résulte d'une analyse semblable à celle indiquée dans une Note *Sur le calcul des transcendantes de Bessel* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, mai 1890), une fois qu'on a mis le coefficient $b_s^{(n)}$ ou plutôt la série entre crochets sous forme d'intégrale double (abstraction faite d'un facteur numérique) :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} dv \int_0^1 u^{s-1} (1-u)^{n-s} \frac{(1+\gamma u)^K}{1+\gamma u \sin^2\gamma} du.$$

» Voici, comme exemple, l'application au calcul du coefficient $b_{\frac{3}{2}}^{(18)}$ dans la théorie de Vénus et de la Terre :

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2} b_{\frac{3}{2}}^{(18)} = (\bar{2}, 6395516)\,(1 &+ 0,04331667 \\ &- 0,00148543 \\ &+ 0,00013584 \\ &- 0,00001906 \\ &+ 0,00000350 \\ &- 0,00000078). \end{aligned}$$

» On trouve ainsi, sans difficulté, $b_{\frac{3}{2}}^{(18)} = 0,09087386$. Le nombre de Delaunay est 0,090876. Le calcul direct de la série convergente pour $b_{\frac{3}{2}}^{(18)}$ serait beaucoup plus pénible que le calcul ci-dessus.

» IV. La série de Legendre, dont on vient de légitimer l'emploi quand elle devient semi-convergente, et les séries analogues pour les dérivées des coefficients de Laplace permettent de réduire à leur forme la plus simple les coefficients des inégalités lunaires à longue période, en évitant

les différences de grands nombres se détruisant les uns les autres. Il suffit de remarquer que

$$\alpha \frac{d\gamma^q}{d\alpha} = 2q(\gamma^q + \gamma^{q+1}),$$

pour obtenir les expressions de $\alpha \frac{db_s^{(n)}}{d\alpha}$, $\alpha^2 \frac{d^2 b_s^{(n)}}{d\alpha^2}, \cdots$ sous la même forme que $b_s^{(n)}$, ce qui permet de réduire les combinaisons linéaires des coefficients b et de leurs dérivées.

» En jetant les yeux sur les expressions des coefficients donnés par M. Gogou dans son travail sur l'inégalité lunaire à longue période signalée d'abord par M. Neison (page 69), on peut constater aussitôt que les termes qui contiennent les plus hautes puissances du grand indice n disparaissent en totalité, ou peu s'en faut. Je dois dire que ces réductions qui formaient un véritable *desideratum* ont été effectuées d'abord par M. Radau d'une manière un peu différente (*Bulletin astronomique*, avril et mai 1892). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle forme d'appareil d'induction.* Note de M. **J. Morin**.

« Les appareils d'induction employés en électrothérapie sont généralement construits d'après les indications fournies autrefois par Dubois-Reymond : deux bobines cylindriques et concentriques, l'une inductrice et l'autre induite, peuvent glisser l'une sur l'autre et donnent le maximum d'effet lorsque les enroulements des bobines coïncident dans toute leur longueur. Une difficulté se présente pour obtenir le zéro par une diminution régulière du courant; c'est lorsque les bobines cessent d'avoir un plan vertical commun : il y a, à ce moment, une chute d'énergie qui jette une certaine perturbation dans les observations.

» Pour fournir aux physiologistes un appareil leur permettant d'obtenir un courant diminuant régulièrement d'énergie depuis le maximum jusqu'au zéro, quelle que soit l'intensité du courant inducteur, j'emploie une disposition qui me paraît présenter un avantage important. Je construis deux anneaux plats, concentriques, dans lesquels sont creusées, par l'extérieur, deux gorges de forme appropriée, servant à contenir les fils conducteurs isolés, tant pour le courant inducteur que pour le courant induit.

» Il est évident que, si je fais circuler dans l'un de ces fils un courant discontinu, je recueillerai dans l'autre fil un courant induit; l'effet sera

maximum lorsque les deux anneaux seront dans le même plan. Si l'on fait tourner l'un de ces anneaux, en prenant pour axe de mouvement un diamètre commun, le courant induit diminuera graduellement d'énergie et sera réduit à zéro lorsqu'un des anneaux sera placé à angle droit par rapport à l'autre.

» Cette disposition pourrait être employée utilement pour obtenir des courants alternatifs, en faisant circuler un courant continu dans l'un des anneaux, l'autre étant pourvu d'un mouvement de rotation : on produirait ainsi un courant sinusoïdal, dont les effets sont très appréciés depuis quelque temps en électrothérapie.

» Enfin ce dispositif pourrait fournir des courants alternatifs applicables à l'éclairage électrique; seulement, le nombre d'alternances étant nécessairement réduit par la nature de cette construction, on pourrait l'augmenter en les transformant en courants induits d'ordres élevés, d'après la méthode du professeur Henry (de Princetown), utilisés en ces derniers temps par M. Tesla. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la thyroïdectomie chez le rat blanc.* Note de M. **H. Cristiani** (de Genève), présentée par M. Brown-Séquard.

« Les fonctions du corps thyroïde ne sont pas encore complètement connues et les physiologistes sont loin d'être d'accord sur l'interprétation des phénomènes observés après la thyroïdectomie expérimentale.

» L'observation ayant démontré que la mort suit fatalement cette opération après un délai variable, généralement très court, chez certains animaux, on est arrivé à considérer cette glande comme étant nécessaire à la vie. Cependant, certaines espèces animales paraissaient jusqu'à présent se soustraire à cette règle générale, en supportant l'ablation totale du corps thyroïde sans présenter de symptômes morbides particuliers et sans paraître affectés par l'absence de cet organe. Ces animaux étaient notamment le lapin et le rat, pour ne parler que des mammifères.

» Tout dernièrement, M. Gley a démontré que, chez le lapin, il existe, outre le corps thyroïde proprement dit, deux petits organes accessoires, à caractères embryonnaires qui, en l'absence des corps principaux, évoluent vers l'état parfait et remplacent complètement les premiers. Leur ablation, accompagnant ou suivant l'ablation des organes principaux, détermine la mort chez ces animaux.

» De mon côté, j'ai poursuivi depuis longtemps des recherches analogues chez le rat, qui m'a déjà fourni 114 observations, d'ordres différents. Voici les conclusions auxquelles je suis arrivé :

» 1. Le rat ne fait pas exception à la règle générale.

» 2. La thyroïdectomie totale, chez cet animal, entraîne la mort dans un espace de quelques heures à quelques jours, avec un tableau symptomatique analogue à celui que présente notamment le chat.

» 3. Dans les cas (assez nombreux) où l'animal survit, l'extirpation n'a pas été *totale :* on trouve, en effet, en pratiquant une nouvelle opération, un ou plusieurs nouveaux organes *régénérés*, occupant la place des anciens, et dont la structure est à peu près la même que celle des organes extirpés.

» 4. Si l'on greffe dans le péritoine l'organe extirpé, on écarte ou amende les symptômes, et l'on peut sauver la vie à l'animal. »

M. **Méhay** adresse, de Chassart (Belgique), une Note « Sur une nouvelle unité d'activité, proposée pour remplacer le cheval-vapeur dans les estimations de la pratique industrielle. »

M. **Bourdellès** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction Publique, une Note relative aux mères de vinaigre.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 septembre 1892.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. 6e série, septembre 1892, t. XXVII. Paris, G. Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Les explosions de chaudières. Mesures de prévoyance pour les prévenir, étudiées par un praticien, par Simonet. Buenos Ayres. Lyon, Léon Delaroche et Cie, 1890; 1 br. in-8°.

Société de Médecine légale de France, fondée le 10 *février* 1868. *Bulletin,* Tome XII, 1re Partie. Paris, Baillière et fils, 1892; 1 br. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne. — Année 1891, t. II : *Le diocèse de Chalons en* 1405, par M. Louis Grignon. Chalons-sur-Marne, Martin frères, 1892; 2 vol. in-8°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Serie seconda, vol. X, Parte III-IV, 1888. Roma, Bontempelli, 1891; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion de l'acide glycolique;* par M. **Berthelot**.

« La chaleur de combustion de l'acide glycolique a été mesurée par M. Louguinine (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XXIII, p. 210-213). Le nombre qui résulte de ses données est +166,0 pour une molécule, ainsi que M. Stohmann a l'obligeance de me le signaler; au lieu de +186,0, calculé, ou plutôt transcrit par erreur. Par suite, les données relatives à la chaleur d'oxydation de l'acide acétique (*Comptes rendus,* t. CXV, p. 352) doivent être rectifiées. Le changement de l'acide acétique en acide glycolique dégageant $+40^{Cal},2$, au lieu de +20,6, le changement de l'acide acétique en acide glyoxylique produit $+79^{Cal},4$ ou $+39,7 \times 2$, nombre sensiblement double du premier. Cette rectification mérite d'autant plus d'être faite, qu'elle fait disparaître une anomalie. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur quelques faits nouveaux relatifs à la physiologie de l'épilepsie;* par M. **Brown-Séquard.**

« I. Le premier fait que je rapporterai a pour objet la constance de l'apparition de l'épilepsie chez les cobayes, après la section d'un des nerfs sciatiques. J'ai dit, depuis déjà longtemps, que l'on ne pourrait considérer cette affection comme se montrant toujours après cette lésion, que si l'on consentait à appeler *épilepsie* de simples mouvements convulsifs réflexes ocaux, ayant lieu dans une moitié du corps seulement, sans perte de connaissance, mais que, si l'on voulait ne qualifier de ce nom que l'affection complète, consistant en convulsions toniques et chroniques générales, avec perte de connaissance, il serait impossible de dire que l'épilepsie se montre toujours après la division du sciatique. En effet, il arrive quelquefois, et même assez souvent, si la section a été faite à la partie inférieure de la cuisse, que les manifestations convulsives, après l'irritation de la zone épileptogène, n'aient lieu que du côté de la lésion et que l'animal reste conscient pendant l'attaque. J'ai dit déjà que cela est dû surtout à ce que le nerf peut se régénérer rapidement et que, lorsque la régénération a eu lieu, elle empêche le mal de se développer, et peut même le guérir alors qu'il s'est complété.

» Des expériences extrêmement nombreuses, faites depuis plusieurs années et surtout l'hiver dernier, m'ont démontré que j'avais parfaitement raison à l'égard de cette opinion. En effet, au lieu de couper simplement le nerf sciatique et de lui permettre de se régénérer, j'ai pratiqué l'amputation de la cuisse et j'ai constaté invariablement que l'épilepsie complète survient alors promptement et persiste encore avec toute son intensité même cinq ou six mois après, sinon plus, au lieu de présenter, comme après la simple section du nerf, une diminution graduelle de la maladie, suivie souvent de la guérison.

» II. Le second fait que j'ai à signaler est que, si l'amputation est faite à la partie inférieure de la cuisse, la maladie se développe plus lentement que lorsqu'elle est faite à sa partie supérieure, mais qu'elle se complète et dure indéfiniment dans le premier cas comme dans le second. Il n'en est pas ainsi lorsqu'on a coupé le membre au-dessous du genou, c'est-à-dire à la jambe. L'affection évolue très lentement alors et elle arrive très rarement à se compléter. Ces faits et d'autres que je rapporterai dans un travail

subséquent démontrent que plus le nombre de fibres nerveuses coupées est grand, plus le travail morbide producteur de l'épilepsie a de puissance.

» III. J'ai trouvé il y a longtemps que l'irritation d'une certaine partie de la moelle cervicale par une piqûre ou une section, chez le cobaye non épileptique, produit souvent presque immédiatement une attaque d'épilepsie. Je viens aujourd'hui faire quelques remarques nouvelles à l'égard de ce fait.

» L'animal soumis à cette lésion reçoit d'elle deux influences, l'une productrice de l'épilepsie, c'est-à-dire de l'état morbide spécial qui rend possible l'apparition d'une attaque convulsive avec perte de connaissance, l'autre qui fait apparaître l'attaque elle-même. La seconde de ces influences est évidente, puisqu'on voit l'attaque se produire. Quant à la première, il est extrêmement important de démontrer qu'elle existe et qu'elle est absolument distincte de la seconde, bien qu'elle lui soit liée comme une cause l'est à son effet. On a cette démonstration lorsqu'on asphyxie un cobaye non épileptique qui n'a que de simples convulsions différant essentiellement d'une attaque d'épilepsie, tandis que si l'on asphyxie un cobaye ayant eu une lésion de la moelle cervicale et ayant eu une attaque d'épilepsie après cette lésion, mais étant complètement revenu à lui et se trouvant en apparence dans un état parfaitement normal, on voit l'attaque épileptique complète survenir. Ce dernier animal diffère donc radicalement du précédent. Il y a dans son système nerveux l'état morbide spécial qui appartient à l'épilepsie. Cet état morbide est chez lui le premier effet de la lésion médullaire. Celle-ci produit conséquemment deux choses : d'abord l'épilepsie en puissance, ensuite l'épilepsie en acte. Elle peut ne causer que la première: en effet, j'ai trouvé quelquefois que des cobayes, soumis à une lésion de la moelle cervicale et n'ayant pas eu d'attaque, avaient cependant été rendus épileptiques, car, lorsque je les asphyxiais, ils avaient, au lieu des convulsions ordinaires de l'asphyxie, une attaque franche et complète d'épilepsie.

» Une particularité digne d'attention existe lorsqu'on voit apparaître l'attaque d'épilepsie après la lésion de la moelle cervicale, c'est que l'effet n'est pas immédiat : une période de temps, qui est au minimum de huit à quarante secondes et même quelquefois davantage, s'écoule entre le moment de la lésion et celui où apparait l'accès. C'est dans cette période que s'opère le travail de production de l'état morbide qui constitue organiquement l'épilepsie. Il en est ainsi, on le sait, de l'apparition de l'attaque d'épilepsie chez le chien et d'autres animaux dont on galvanise les prétendus centres

moteurs. Il faut un temps toujours assez long et quelquefois de dix à douze minutes, et même bien plus, de faradisations successives de l'écorce cérébrale dite *motrice* pour produire l'attaque. C'est la période de travail générateur de l'état morbide épileptique. L'animal, s'il survit, reste, comme on le sait, atteint de l'affection qu'on a ainsi causée. Je me suis assuré que si l'on asphyxie comparativement un chien non épileptique et un autre ayant eu des attaques épileptiformes par faradisation de l'écorce cérébrale dite *motrice*, on détermine chez le premier de simples convulsions d'asphyxie et chez l'autre une attaque d'épilepsie.

» Il importe de faire remarquer que, d'après ce que j'ai trouvé, il y a, entre les manifestations extérieures de phénomènes moteurs coordonnés, de diverses espèces, et l'attaque d'épilepsie, cette ressemblance que l'apparition de ces effets extérieurs n'a jamais lieu immédiatement et qu'il faut, au contraire, un temps assez long, de huit secondes à une minute ou davantage, pour qu'elle survienne. Il en est ainsi de la course ou du recul après les lésions du corps strié ou du cervelet, du tournoiement ou du roulement après des lésions de la base de l'encéphale ou de la moelle cervicale, des ruades chez les lapins auxquels on coupe la moelle dorsale, des mouvements rhytmiques respiratoires des ailes et des culbutes chez les oiseaux, lorsqu'on leur coupe le cou, etc.

» Dans tous ces cas, comme dans celui de l'épilepsie, après la lésion de la moelle cervicale, il y a deux effets de la lésion absolument distincts l'un de l'autre, le premier consistant en production de l'état morbide capable de faire apparaître les phénomènes, le second l'apparition de ces manifestations extérieures. Il faut un temps assez long pour produire l'état morbide qui se manifeste par la course, le recul, le roulement, le tournoiement, les ruades, les culbutes, etc., comme il faut un temps assez long pour produire l'état morbide duquel dépend l'attaque d'épilepsie.

» IV. Des faits absolument décisifs m'ont montré que l'attaque épileptique violente, avec toutes les particularités qui la caractérisent chez le cobaye, peut être produite alors qu'il ne reste rien des centres nerveux que la moelle épinière. Il m'est assez souvent arrivé, après avoir écrasé subitement la tête d'un cobaye de manière à détruire l'encéphale, le bulbe étant complètement écrasé ou, tout au moins, entièrement séparé par une section transversale immédiatement en arrière du V de substance grise du bec du calamus, de voir apparaître une violente attaque épileptiforme dans les quatre membres et dans le tronc. Le fait ne peut donc pas laisser le moindre doute à l'égard de la question de savoir si la moelle épinière

peut seule donner lieu à un accès épileptiforme, absolument identique à l'attaque qu'on provoque en irritant la zone épileptogène chez un animal ayant tout son encéphale.

» J'avais déjà fait savoir que l'attaque d'épilepsie absolument complète (perte de connaissance et convulsions) peut avoir lieu, chez le cobaye, après l'ablation de la zone motrice des deux côtés, si l'on irrite la zone épileptogène, l'animal étant rendu épileptique depuis quelque temps déjà, soit par la section du nerf sciatique ou l'amputation d'un des membres abdominaux, soit par une autre cause.

» Pour la valeur de ces faits, il importe qu'on sache bien que l'épilepsie existant chez les cobayes après ces lésions est absolument équivalente à l'épilepsie idiopathique ou de cause cérébrale chez l'homme.

» Ainsi que je le montrerai ailleurs, les faits cliniques, comme les faits expérimentaux, montrent que l'épilepsie n'a pas de siège spécial dans l'encéphale, et que toutes les parties du système nerveux central ou périphérique peuvent la produire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les prairies dans l'été sec de* 1892; par M. **A. Chatin.**

« Il m'a paru de quelque intérêt, surtout au point de vue pratique, de constater le degré de résistance présenté, dans le cours de l'été sec et chaud de 1892, par les principales des espèces qui forment le tapis de nos prairies.

» Laissant de côté, dans cet aperçu, les prairies dites artificielles (Luzerne, Lupuline, Sainfoin, Trèfle), dans lesquelles il n'y a à noter qu'une diminution assez limitée des récoltes, diminution causée, pour la première coupe, par des gelées printanières et, pour les coupes suivantes, par la sécheresse, je ne m'occuperai ici que des prairies permanentes, dites *prairies naturelles*, ne visant même que les prés élevés et secs, ceux des vallées humides (de l'Yvette et de la Bièvre, par exemple), quoique touchés par les gelées de mai, et ceux qui ont pu être irrigués, ayant échappé, plus ou moins complètement, au désastre dont ont été atteints les premiers.

» Dans ceux-ci, la pousse des herbes a été si faible, qu'il n'y a pas même eu lieu, sur beaucoup de points, de les faucher, le produit de la récolte ne pouvant couvrir les frais de l'opération. C'est ainsi que, sur 40^{ha} de prairies hautes donnant, en moyenne, une coupe de 3000^{kg} à 3500^{kg} de

foin sec, la meilleure moitié n'a eu que $\frac{1}{5}$ de récolte, le reste fournissant à peine une maigre pâture.

» Comme conséquence de la disette de fourrages, beaucoup de cultivateurs qui vendaient une portion de leur récolte ont à peine la nourriture de leurs animaux; d'autres, manquant du nécessaire, vont réduire leurs attelages et vendre tout ou partie de leurs bêtes à cornes ([1]).

» Le relevé des espèces qui ont relativement le mieux résisté à la sécheresse met en relief un certain nombre d'entre elles, parmi lesquelles sont notamment à citer :

» Dans les Graminées, base, comme on sait, des prairies permanentes, la pousse la moins réduite a été observée chez les espèces suivantes : l'Avoine jaunâtre (*Avena flaveseus*), le Timothée (*Phleum pratense*), le Brome des prés (*Bromus erectus*), la Houlque (*Holqus lanatus*), les Raygrass (*Lolium perenne* et *multiflorum*), la Crételle (*Cynosurus cristatus*) le Poa commun (*Poa trivialis*, plus résistant que *Poa pratensis*), le *Kœleria cristata*, plante des lieux les plus arides trop peu introduite dans les prés secs, le Dactyle pelotonné (*Dactylis glomerata*). Le Fromental (*Avena elatior*), l'Amourette (*Fliza media*). Ont pris fort peu de développement : *Festuca ovina*, la Flouve (*Anthoxanthum odoratum*), les Agrostis.

» Notons que sous le nom de *Timothée*, Graminée résistante entre toutes, on vend dans le commerce, non seulement le *Phleum pratense*, mais aussi le *Phleum Bœhmeri*, espèce voisine.

» Comme on pouvait le prévoir, les espèces à racines traçantes et celles originaires des sols frais ont, chez les Graminées comme dans les familles dont il sera question ci-après, moins résisté aux chaleurs de l'été que celles croissant spontanément en lieux arides, et celles à racines plutôt pivotantes que traçantes.

» Les espèces fourragères de la famille des Rubiacées (*Galium glaucum*, *Galium luteum*, et surtout *Galium Mollugo*), dont j'ai recommandé ([2]) l'introduction dans les prairies permanentes, en raison de leur suave arome et de leur belle végétation, ont été admirables de résistance, surtout le *Mollugo*, qui croît en abondance sur les rochers de l'Hermitage (près de Tain), où il est l'objet d'une exploitation spéciale.

([1]) Cette vente forcée d'une grande quantité d'animaux de boucherie sera faite à des prix désastreux pour le cultivateur; mais le prix de vente à l'étal, cela est sûr, ne baissera pas, grâce à l'abandon de la taxe.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXIII.

» Plusieurs des Légumineuses (*Trifolium hybriduns, T. prateuse, T. filiforme, Lotus corniculatus*) ont été remarquables de résistance. Ont moins bien végété le *Trifolium parisiense* ou *aureum* et le *Medicago Lupulina*.

» Parmi les Synanthérées des prairies, la Jacée (*Centaurea Jacea*) et l'Achillée (*Achillea Millefolium*), originaires des lieux les plus arides, ont eu leur forte végétation habituelle. Se sont encore assez bien comportées les Synanthérées suivantes : *Crepis biennis* et *C. diffusa, Barkhausia taraxacifolia, Tragopogon pratense, Hypochœris radicata*, espèces dispersées çà et là dans la plupart des prairies par les vents qui soulèvent et transportent leurs graines (akènes) aux aigrettes plumeuses.

» Un bon point à une Rosacée sanguisorbée, la sapide Pimprenelle (*Poterium sanguisorba*), qui n'a jamais mieux végété et a même remonté, avec la Jacée, l'Achillée et le Mollugo, comme elle croissant spontanément en lieux secs, jusque dans la deuxième coupe.

» Parmi les Ombellifères, la délicate Pimprenelle (*Pimpinella Saxifraga*), s'est bien maintenue. Il en a été, malheureusement, de même de la Carotte sauvage et du Panais (*Daucus Carotta* et *Pastinaca sativa*), ainsi que de l'Héraclée (*Heracleum Sphanndylum*), espèces grossières qui n'ont jamais été plus prospères et dont il est bon de faire faucher les ombelles avant la maturation des graines, ce qui amène leur disparition en raison de la nature non pérennante, mais simplement bisannuelle, de ces espèces.

» L'objet, comme le résultat de la présente étude, est de signaler, parmi les plantes fourragères, celles d'entre elles qui ont montré le plus de résistance pendant l'été, exceptionnellement chaud, de 1892.

» Les principales de ces plantes sont, en résumé :

» Pour les Graminées, et en dehors des espèces grossières (Dactyle, Fromental, Brome des prés), que l'on ne doit admettre qu'en très petite proportion dans les foins de vente : l'Avoine jaunâtre, le Timothée, les Raygrass, la Crételle, le *Kœderia cristata*, le *Festuca duriuscula*, le Pâturin commun; aussi l'Amourette et la Queue de renard ont résisté à la sécheresse, qualité qu'ont présenté : dans les Rubiacées étoilées, le Mollugo et le Caille-lait glauque, à un degré moindre, le Caille-lait jaune; dans les Légumineuses, les Trèfles hybride, des prés, filiforme et, sensiblement aussi, le Trèfle doré; les *Lotus corniculatus* et *major;* enfin, chez les Rosacées sanguisorbées, la Pimprenelle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Luton adresse une Note sur la composition de solutions salines, ou *sérums artificiels*, permettant d'obtenir les effets produits par les liquides organiques de M. Brown-Séquard.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie).

M. Noujade adresse un complément à son Mémoire sur la prophylaxie du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant).

MM. A. et J. Garaycochea annoncent, de Lima, l'envoi d'un Ouvrage manuscrit de leur père, sur le « Calcul binomial ».

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Darboux).

CORRESPONDANCE.

M. Faye présente à l'Académie le Volume de la « Connaissance des Temps », pour l'année 1895.

ASTRONOMIE. — *Positions absolues et mouvements propres d'étoiles circompolaires.* Note de M. F. Gonnessiat, présentée par M. Tisserand.

« Depuis 1885 (*Bull. astr.*, t. II), j'ai appliqué aux observations de passages des circompolaires un mode de discussion très simple, qui n'est pas sans analogie avec celui qu'on emploie en Allemagne pour la recherche des variations de la latitude.

» Soient : α', l'ascension droite adoptée; $\Delta\alpha$, sa correction inconnue; δ, la déclinaison; t, l'heure de la pendule à l'instant du passage au fil moyen; C_p; sa correction; e, l'équation personnelle; m, n, $c - x$, les constantes instrumentales, la dernière supposée faible; f, la flexion latérale.

» L'observation du passage d'une circompolaire donne la relation

$$\alpha = \alpha' + \Delta\alpha = C_p + t + e + m \pm (n + f + c - x) \tang\delta \left\{ \begin{matrix} PS \\ PI \end{matrix} \right. .$$

» D'autre part, on obtient par les passages équatoriaux,

$$\alpha'_0 + \Delta\alpha_0 = C_p + t_0 + e_0 + m + c - x + f_0.$$

» Posons

$$n' = \pm[(\alpha' - t) - (\alpha'_0 - t_0) + c - x] \cot\delta, \qquad \text{(terme connu)},$$
$$\Delta = \quad [(\Delta\alpha - \Delta\alpha_0) - (e - e_0) - f_0)] \cot\delta, \qquad \text{(terme inconnu)}.$$

» Nous aurons

$$n + c - x + f = n' \pm \Delta.$$

» Dans la même soirée, une autre circompolaire donne semblablement

$$n + c - x + f = n'_1 \pm \Delta_1.$$

» La variation du premier membre se déterminerait au besoin par les mires et le niveau ou le bain de mercure. Il en résulte

$$\pm \Delta \mp \Delta_1 = n'_1 - n' \left\{ \begin{matrix} PS \\ PI \end{matrix} \right. .$$

» On obtient ainsi, de proche en proche, chaque année, tous les termes de deux séries analogues aux suivantes, où la culmination est mise en évidence

$$(+\Delta_1^s - \Delta_2^s) + (+\Delta_2^s + \Delta_3^i) + \ldots + (-\Delta_k^i + \Delta_1^i) = \quad \Delta_1^s + \Delta_1^i,$$
$$(-\Delta_1^i + \Delta_2^i) + (-\Delta_2^i - \Delta_3^s) + \ldots + (+\Delta_k^s - \Delta_1^s) = -\Delta_1^s - \Delta_1^i.$$

» On a donc aisément pour chaque Δ sa valeur moyenne aux deux culminations. Les erreurs accidentelles s'éliminent par la répétition facile des mesures ; quant aux erreurs systématiques possibles, elles disparaissent à très peu près dans la moyenne des deux séries.

» Mes observations de 1883 à 1890, à l'instrument Eichens de l'Observatoire de Lyon, conduisent aux résultats suivants, qui se rapportent aux circompolaires boréales de la *Connaissance des Temps* et du *Catalogue de M. Lœwy*. Tous les nombres ont été ramenés à 1885,0 par l'emploi de corrections convenables aux mouvements propres (voir plus loin). Les valeurs de $e - e_0$ sont tirées de mes *Recherches sur l'équation personnelle;* la flexion f_0 n'est pas sensible dans notre instrument; enfin, on néglige $\Delta\alpha_0$, le Catalogue horaire étant celui de M. Auwers. On donne en outre les déclinaisons obtenues en 1885-1886 (*Bull. astr.*, t. III); ces valeurs, déjà

très approchées, pourront recevoir ultérieurement de petites corrections.

Noms	Δ.	Δ tang δ.	$e - e_0$.	Secondes de α'.	1885,0 α conclue.	1885,0 δ adoptée.
	s	s	s	s	h m s	
2 Pte Ourse......	−0,028	−0,37	+0,27	12,17	0.53.12,07	85.38.21,9
α Pte Ourse......	+0,008	+0,35	+0,30	35,88	1.16.36,53	88.41.43,6
1235 B.A.C	−0,064	−0,77	+0,26	48,34	4. 0.47,83	85.15. 0,9
51 H. Céphée.....	−0,052	−1,07	+0,30	17,21	6.46.16,44	87.13.26,1
2320 B.A.C	+0,090	+5,01	+0,30	58,61	7.41. 3,92	88.58.17,5
1 H. Dragon......	+0,001	+0,01	+0,00	36,32	9.20.36,33	81.49.59,1
4165 B.A.C	+0,054	+1,86	+0,30	18,38	12.14.20,54	88.20.14,7
5140 B.A.C	−0,103	−2,53	+0,30	38,94	15.14.36,71	87.40.24,9
ε Pte Ourse......	−0,077	−0,56	+0,01	47,38	16.57.46,83	82.13.29,3
δ Pte Ourse......	−0,048	−0,81	+0,30	25,26	18. 9.24,75	86.36.37,8
λ Pte Ourse......	−0,018	−0,99	+0,30	56,01	19.38.55,32	88.57.19,7
7169 B.A.C	−0,027	−0,17	+0,00	2,72	20.34. 2,55	81. 2.33,5
7504 B.A.C	−0,073	−1,21	+0,30	24,47	21.22.23,56	86.33.32,9
3441 Carrington ..	−0,028	−0,36	+0,27	18,48	22.22.18,39	85.31.42,9
8213 B.A.C	−0,029	−0,50	+0,30	50,20	23.27.50,00	86.40.22,0

» Partant de ces données, on a posé

$$x = 10^7 \cos\delta \sin\alpha, \qquad y = 10^7 \cos\delta \cos\alpha,$$

et calculé les mouvements propres μ_x et μ_y en cent ans, ainsi que leurs variations séculaires $\Delta\mu_x$ et $\Delta\mu_y$. Relativement à l'ascension droite et à la déclinaison, on aurait annuellement

$$10^3 \mu_\alpha = \quad 0^s,01375 (\mu_x \cos\alpha - \mu_y \sin\alpha) \operatorname{séc}\delta,$$
$$10^3 \mu_\delta = - \, 0^s,2063 \ (\mu_x \sin\alpha + \mu_y \cos\alpha) \operatorname{coséc}\delta.$$

» On a utilisé seulement les Catalogues de Bradley-Auwers, 1755; Groombridge, 1810; Schwerd-OEltzen, 1828; Radcliffe, 1845; Carrington, 1855, les quatre derniers avec corrections systématiques dont le détail sera donné ailleurs. Constante de la précession de Le Verrier.

» On arrive ainsi aux corrections indiquées dans le Tableau suivant : le système $\Delta\alpha$I est applicable au *Catalogue de M. Lœwy* jusqu'à 1889,0, à la *Connaissance des Temps* jusqu'à 1892,0; au delà de ces deux dates respectives, c'est le système $\Delta\alpha$II qui convient.

	1885,0				*Conn. des Temps* et *Cat. de M. Lœwy.*			*F. Cat. de M. Auwers.*	
	μ_x.	$\Delta\mu_x$.	μ_y.	$\Delta\mu_y$.	$\Delta\alpha$ I 1885 + t.	$\Delta\delta$ 1885 + t.	$\Delta\alpha$ II 1895 + t.	$\Delta\alpha$ 1885 + t.	$\Delta\delta$ 1885 + t.
e Ourse ...	+398	−1	− 44	−9	−0ˢ,10+0ˢ,004 t	−0″,1+0″,004 t	−0ˢ,56+0ˢ,005 t	−0ˢ,12+0ˢ,001 t	−0″,6−0″,005 t
e Ourse ...	+190	−2	− 70	−4	+0,65+0,060 t	−0,4+0,000 t	+1,27+0,068 t	+0,09−0,006 t	−0,2−0,003 t
B.A.C....	+ 9	−1	− 58	0	−0,51−0,013 t	−2,2−0,056 t	−0,46−0,015 t	−0,05+0,003 t	0,0−0,013 t
Céphée...	+266	+4	+173	−6	−0,77−0,034 t	+1,5+0,035 t	−1,47−0,035 t	−0,48−0,031 t	+0,1+0,006 t
B.A.C....	− 6	+3	+151	0	+5,31+0,243 t	+0,1+0,006 t	+4,32+0,249 t	»	»
Dragon...	+198	0	+ 2	−4	+0,01+0,003 t	+0,2+00005 t	0,00+0,003 t	−0,05+0,000 t	0,0−0,002 t
B.A.C....	+184	+7	+303	−4	+2,16+0,063 t	+0,1+0,005 t	+2,17+0,066 t	»	»
B.A.C....	+104	+2	+ 73	−2	−2,23−0,088 t	−1,5−0,023 t	−2,29−0,088 t	»	»
Ourse....	− 40	+1	+ 68	+1	−0,55−0,009 t	−0,1−0,002 t	−0,64−0,009 t	−0,31+0,000 t	0,0−0,001 t
Ourse....	+256	+2	+ 78	−6	−0,51−0,028 t	+0,1+0,022 t	−0,80−0,029 t	−0,15−0,004 t	0,0+0,012 t
Ourse....	+ 23	−3	−143	−1	−0,69−0,056 t	−0,4−0,005 t	−1,10−0,045 t	−0,39−0,032 t	+0,2+0,019 t
B.A.C....	+200	+2	+108	−4	−0,17+0,003 t	+0,4+0,018 t	+0,10+0,003 t	»	»
B.A.C....	+110	0	+ 12	−2	−0,91−0,022 t	−0,4−0,015 t	−0,85−0,022 t	»	»
Carr......	+331	−2	− 94	−7	−0,09+0,000 t	−0,1+0,006 t	−0,22+0,000 t	»	»
B.A.C....	+390	−1	− 39	−9	−0,20+0,006 t	+1,4+0,019 t	−0,13+0,005 t	»	»

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'Analyse qui se rattache aux équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville**.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 25 avril 1892, je me suis occupé en particulier des cas où les équations différentielles du mouvement d'un système de points matériels jouissent des propriétés suivantes : 1° il existe une intégrale des forces vives; 2° à chaque système il en correspond au moins un autre, ayant en commun avec le premier les équations des trajectoires.

» Les résultats nouveaux que j'ai fait connaître étaient relatifs aux cas où les forces sont nulles ils s'appliquaient, comme conséquence immédiate, à tous ceux où, les forces étant dérivées d'un potentiel, la constante des forces vives est regardée comme une donnée. J'aurai plus loin quelques mots à dire des systèmes pour lesquels cette dernière hypothèse n'est pas faite.

» Quand le nombre des variables est supérieur à 2, hormis un cas très spécial, étudié dans une Note antérieure, on ne connaît, je crois, aucune solution du problème dont il s'agit. En voici plusieurs, qui conviennent pour un nombre quelconque de variables et, en raison de leur étendue, me paraissent présenter quelque intérêt.

» 1° Soient $x_1, x_2, \ldots, x_m$, les variables dont dépend la position du système, T = une constante h, l'intégrale des forces vives. Les conditions

du problème sont satisfaites, si

$$(1) \qquad 2T\,dt^2 = \sum_{(1 \leq k \leq m)} \alpha_k^2\, dx_k^2,$$

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$ étant définis par les relations suivantes

$$\alpha_k^2 = \prod_{(n \leq m)} (\psi_n - \psi_k),$$

où ψ_n désigne une fonction arbitraire de la seule variable x_n. Pour le second système, qui correspond au précédent comme il est exigé, l'intégrale des forces vives s'obtient sans peine ; elle ne renferme que les carrés des différentielles $dx_1, dx_2, \ldots, dx_m$.

» 2° Je considère une forme quadratique $\sum_{(i,k \leq m-1)} e_{i,k}\, dx_i\, dx_k$, à $m-1$ variables $x_1, x_2, \ldots, x_{m-1}$ et dont les coefficients ne contiennent que ces variables. L'expression suivante

$$(2) \qquad \sum_{(i,k \leq m-1)} e_{i,k}\, dx_i\, dx_k + dx_m^2,$$

vérifie les conditions du problème ; la forme quadratique associée se réduit à celle-ci, où la constante C est arbitraire,

$$C \sum_{(i,k \leq m-1)} e_{i,k}\, dx_i\, dx_k + dx_m^2;$$

si l'on a égard au nombre des intégrales distinctes qu'on en sait obtenir, ce cas est exceptionnel.

» 3° Toutes les trajectoires, après un choix approprié des variables, deviennent des droites. Pour qu'il en soit ainsi, il est nécessaire et suffisant que la force vive du système soit réductible à la forme

$$(3) \qquad 2T = \frac{dX_1^2}{dt^2} + \frac{dX_2^2}{dt^2} + \ldots + \frac{dX_{m+1}^2}{dt^2},$$

les variables $X_1, X_2, \ldots, X_{m+1}$ étant liées par la relation

$$(4) \qquad X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_{m+1}^2 = \text{const.}$$

» Cette proposition contient la réciproque d'un théorème énoncé par M. Beltrami. Sans connaître les variables qui permettent d'exprimer T sous la forme (3), on s'assure de leur existence par des opérations algébriques et différentielles, et les trajectoires s'obtiennent en intégrant des équations

différentielles linéaires. L'expression (3) se ramène immédiatement à celle-ci

$$(5)\quad 2T = \frac{dx_1^2}{dt^2} + \sin^2 x_1 \frac{dx_2^2}{dt^2} + \ldots + \sin^2 x_1 \sin^2 x_2 \ldots \sin^2 x_{m-1} \frac{dx_m^2}{dt^2},$$

où toutes les variables sont indépendantes. A l'aide d'une transformation que j'ai signalée dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 23 mai 1892), on en conclut alors ce qui suit :

» Quelles que soient les variables au moyen desquelles est exprimée la force vive d'un système matériel, soumis à l'action de forces qui dérivent d'un potentiel, il est aisé de voir s'il existe une transformation telle que, après l'avoir appliquée, l'expression des forces vives soit donnée par la formule $2T = \sum_{(i \leqq m)} \frac{dX_i^2}{dt^2}$ et le potentiel par la relation $U = \frac{-1}{X_2 + X_{m+1}^2}$, jointe à la condition (4). En ce cas, l'intégration dépend d'équations différentielles purement linéaires et cette proposition est vraie, même si la constante de l'énergie est regardée comme arbitraire.

» En indiquant, dans la Note citée plus haut, un moyen simple de réduire les équations du mouvement d'un système, quand les forces dérivent d'un potentiel, à celles qui conviendraient à un autre système, sans forces, j'avais signalé que les résultats obtenus dans la recherche des intégrales ou des invariants de ces derniers systèmes s'étendent ainsi aux premiers, sans déterminer la constante de l'énergie.

» M. Painlevé a vu dans cette remarque un essai de démonstration d'une partie du théorème qu'il avait précédemment énoncé (*Comptes rendus*, 11 avril 1892), et à laquelle ne s'applique pas directement la méthode dont j'ai fait usage. Je me contenterai de faire observer qu'il n'est besoin d'aucune transformation nouvelle pour établir le théorème dont il s'agit et le complément qu'il comporte. Si l'on considère, en effet, un système matériel S, pour lequel l'intégrale des forces vives existe, on peut, en lui appliquant le principe de la moindre action, s'assurer que, pour une valeur infiniment grande attribuée à la constante de l'énergie, les trajectoires sont infiniment voisines de celles qui répondent au même système, soumis à des forces nulles. Ces lignes étant désignées par (g), je suppose qu'il y ait un système S′, associé à S avec conservation des trajectoires.

» Parmi ces dernières figure alors l'ensemble (g); il répond à une valeur infiniment plus grande de la constante des forces vives, ou bien à une valeur déterminée h', qu'on peut calculer. Dans le premier cas, les systèmes S et S′, lorsqu'on annule toutes les forces, sont associés de la manière

indiquée; dans le second, il suffit d'appliquer au système S′ le principe de la moindre action, après avoir égalé à h' la constante de l'énergie : le système géodésique, qui lui est ainsi substitué, possède les relations demandées avec les équations géodésiques, attachées au système S. Celles-ci appartiennent en conséquence à la classe que nous avons étudiée.

» La proposition que j'ai ajoutée à celle de M. Painlevé est donc exacte, non pas seulement, comme le suppose M. Painlevé, quand toutes les forces sont nulles, mais au moins dans tous les cas où les forces dérivent d'un potentiel.

» Je reviens à la question générale, définie dans les premières lignes de cette Note et, pour abréger, je conviens de dire qu'une forme quadratique est de rang m, si, remplissant les conditions du problème, elle contient m différentielles. Ceci admis, lorsqu'on possède, avec une forme de rang m, une relation $F(x_1, x_2, \ldots, x_m, \alpha) = 0$, vérifiée par quelques-unes des trajectoires correspondantes, il est clair qu'on en sait déduire une forme, de rang $m - 1$, où la constante arbitraire α figure comme un paramètre. Ce lien, entre deux formes de rangs consécutifs, peut être utilisé en vue d'étudier l'ensemble des solutions du problème proposé; c'est un point que j'examinerai dans un autre travail. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une série récurrente de pentagones, inscriptibles à une même courbe générale du troisième ordre, et que l'on peut construire par le seul emploi de la règle.* Note de M. **Paul Serret**.

« Que l'on imagine, dans le plan, une suite indéfinie de pentagones

$$12345, \quad 1'2'\ldots5', \quad 1''2''\ldots5'', \quad \ldots,$$

dérivés linéairement les uns des autres, ou du premier d'entre eux, suivant cette loi commune que chacun d'eux se trouve doublement inscrit à celui qui le précède et au pentagone *étoilé* de mêmes sommets que celui-là : d'où il suit, par exemple, que le sommet 1′ du premier pentagone dérivé se trouvera sur le côté 34, opposé au sommet *homologue* 1 du pentagone initial, et au point de rencontre de ce côté avec la diagonale *opposée* 52 :

$$(P') \qquad \dot{1}' \equiv \overline{34} \cdot \overline{52}, \qquad \dot{2}' \equiv \overline{45} \cdot \overline{13}; \qquad \ldots,$$

et l'on aurait de même

$$(P'') \qquad \dot{1}'' \equiv \overline{3'4'} \cdot \overline{5'2'}, \qquad \dot{2}'' \equiv 4'5' \cdot \overline{1'3'}; \qquad \ldots,$$

et ainsi des autres.

» Or on trouve d'abord par le calcul, et l'on vérifie aisément par la Géométrie, que les sommets 1, 2, ..., 5; 1', 2', ..., 5' des deux premiers pentagones font toujours dix points d'une même courbe du troisième ordre; de quoi il suit aussitôt, en premier lieu, que deux pentagones consécutifs quelconques de la série sont toujours inscriptibles à une même courbe de cet ordre. Mais ce fait analytique qui, réduit à ces termes, n'offrirait qu'un intérêt médiocre, se relève ici de cette particularité remarquable, que toutes les courbes circonscrites se confondent : tous les pentagones de la série se trouvant, dès lors, inscrits à une seule et même cubique.

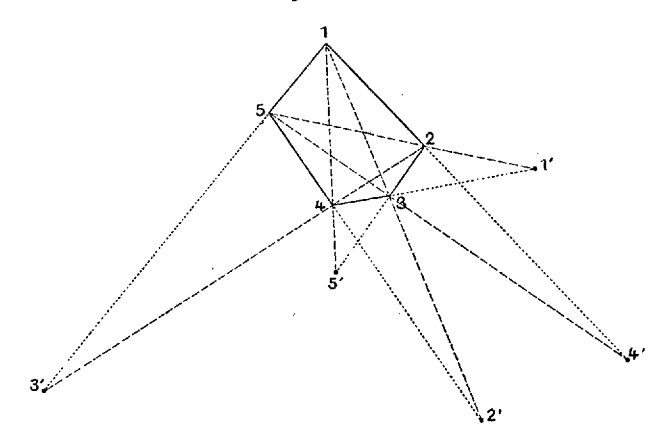
» De plus, et par une propriété qui pourrait servir de vérification, les pentagones de la série, pris de trois en trois, par exemple, le premier, 12...5, et le troisième, 1''...5''; le deuxième, 1'...5', et le quatrième, 1'''...5''', devront se trouver deux à deux en perspective suivant autant de centres distincts d'homologie ω, ω', ω'', ..., situés encore sur la courbe, et déterminant sur celle-ci une *série tangentielle;* de telle sorte que chaque nouveau centre d'homologie représente le *tangentiel* du précédent. Le point ω n'est autre, d'ailleurs, que la dernière trace de la courbe sur la conique 12345; le point ω', la dernière trace de la courbe sur la conique 1'2'...5'; et ainsi des autres.

» Ajoutons que nos pentagones successifs forment, à leur tour, une série tangentielle; les sommets de l'un quelconque d'entre eux ayant pour tangentiels les sommets homologues du pentagone suivant. D'ailleurs, tous ces pentagones, qui se trouvent séparés les uns des autres par des intervalles finis, peuvent être conçus comme appartenant à une série continue, et plus générale, embrassant tous les pentagones simultanément inscrits à la courbe et circonscrits à leur pentagone tangentiel. De tels pentagones dépendant, en effet, comme on va le dire, d'un paramètre λ, et les abscisses de leurs sommets pouvant être conçues, dès lors, comme racines d'une résolvante du 5e degré dont les coefficients dépendraient de λ, il résulte, de la construction *linéaire* ci-dessus, qu'il existera une infinité de valeurs du paramètre pour lesquelles toutes les racines de la résolvante seront commensurables.

» Tous ces résultats sont, d'ailleurs, compris dans les deux observations suivantes :

» 1. Soit une courbe générale du troisième ordre, définie partiellement par la donnée d'un pentagone inscrit 12345; dépendante dès lors de quatre paramètres et pouvant être assujettie à quatre conditions complémentaires quelconques.

» On peut demander, par exemple, que les tangentiels des quatre premiers sommets 1, 2, 3, 4 tombent, un à un, sur les côtés opposés à ces sommets : la courbe sera déterminée par là. Mais en même temps, et sans doute en vertu d'une loi générale d'ordre ou de symétrie prolongés, dont l'étude des polygones, plans ou gauches, fournit beaucoup d'autres exemples, il arrive ici que la régularité, partielle, qu'on avait été maître d'introduire entre les éléments *disponibles* de la figure, se complète d'elle-



même et subsiste, dans les mêmes termes, pour les derniers éléments, comme pour les premiers : le dernier côté du pentagone précédent passera de lui-même par le tangentiel du sommet opposé, dès qu'une telle coïncidence aura été établie pour les premiers côtés.

» Un pentagone inscrit à une cubique donnée dépend de cinq paramètres. Il est déterminé, en apparence, si l'on demande, en outre, qu'il se trouve circonscrit à son propre tangentiel. En réalité, il n'est soumis par là qu'à quatre conditions distinctes, et dépend d'un paramètre.

» 2. Revenons à notre cubique générale, circonscrite toujours au pentagone 12...5 et dépendant de quatre paramètres. Mais disposons, cette fois, des paramètres, de telle sorte que la courbe passe par les quatre premiers sommets du pentagone dérivé 1'2'...5' défini plus haut : la courbe est alors déterminée, et il arrive encore qu'elle passe d'elle-même par le dernier sommet 5'. Mais on trouve, en même temps, que cette nouvelle particularisation des paramètres et de la courbe rentre dans la précédente, et le nouveau pentagone inscrit, ou notre premier pentagone dérivé 1'2'...5', dans le pentagone tangentiel du proposé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la répartition calorifique de la chaleur du soleil à la surface des hémisphères nord et sud du globe terrestre.* Note de M. **Le Goarant de Tromelin**, présentée par M. Bouquet de la Grye ([1]). (Extrait.)

« Plusieurs auteurs considèrent le séjour du soleil, pendant huit jours de plus dans notre hémisphère, que dans l'hémisphère sud, comme la cause principale de l'inégalité calorifique de chacun de ces hémisphères.

» La Note présentée a pour but de démontrer le contraire.

» 1° En effet, considérons la terre sur son orbite, à deux points différents; soient r et r' les rayons vecteurs, $d\omega$ et $d\omega'$ les angles décrits par la terre pendant le temps dt.

» La loi des aires donne

$$r^2\,d\omega = C\,dt = r'^2\,d\omega',$$

C étant la constante. D'où l'on tire

$$(1)\qquad \frac{d\omega}{d\omega'} = \frac{r'^2}{r^2}.$$

» Si Q et Q' représentent les quantités de chaleur que la terre reçoit pendant le temps dt, ces quantités étant en raison inverse du carré de la distance, on aura

$$(2)\qquad \frac{Q}{Q'} = \frac{r'^2}{r^2}.$$

En égalant (1) et (2), on tire

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{d\omega}{d\omega'}.$$

» Cette proposition peut s'écrire d'une manière générale

$$\int_0^T Q\,dt = k\int_{\omega=0}^{\omega=90} d\omega\ldots,$$

k étant une constante.

([1]) Un Mémoire couronné par l'Académie en 1883 et qui est dû à M. Angot contient implicitement les conclusions de cette Note. En raison de la simplicité de la démonstration de M. de Tromelin, nous avons toutefois cru utile de la faire insérer dans les *Comptes rendus*.

B. G.

» Si nous prenons l'intégrale définie, en prenant comme origine le point où commence le printemps, depuis $t = 0$ jusqu'à T, temps qu'il faut à la terre pour atteindre le solstice (c'est-à-dire la durée du printemps); puis, pour le second membre de $\omega = 0$ à $\omega = 90$, on voit que *les quantités de chaleur reçues par la terre sont les mêmes pendant chaque saison, si l'on change l'origine pour chaque saison.*

» 2° *Les quantités de chaleur reçues par deux éléments symétriques de surface terrestre, ou par deux calottes de même surface symétriques par rapport au centre de la terre, sont les mêmes pendant les durées du parcours du globe, comprises entre quatre rayons vecteurs opposés deux à deux.*

» Considérons le globe terrestre dont l'axe est incliné, et appliquons le théorème (1) à la calotte polaire nord par exemple : pendant que la terre parcourt une portion de son orbite, cette calotte recevra une certaine quantité de chaleur, proportionnelle à l'angle formé par deux rayons vecteurs, comprenant cette portion de l'orbite. Il est facile de se rendre compte que la calotte polaire sud, symétrique, recevra autant de chaleur que l'autre, pendant son parcours entre les deux rayons vecteurs, formant un même angle opposé par le sommet; car ces deux calottes se présentent dans des positions absolument symétriques par rapport au soleil.

» Autrement dit (ou intégrant), que la calotte nord reçoit autant de chaleur pendant le printemps que la calotte sud en reçoit pendant l'automne. De même, la calotte nord reçoit autant de chaleur pendant l'été que la calotte sud en reçoit pendant l'hiver,

» D'où je conclus, que la quantité de chaleur reçue pendant le printemps et l'été par la calotte nord est la même que celle reçue par la calotte sud pendant l'automne et l'hiver.

» Ceci étant général pour toutes les surfaces du globe symétriques, je puis l'appliquer à chaque hémisphère.

» D'où la loi suivante déduite comme corollaire du théorème (2) :

» *La quantité de chaleur reçue par l'hémisphère nord pendant le printemps et l'été est la même que celle reçue par l'hémisphère sud pendant l'automne et l'hiver réunis.*

» Il faut donc chercher ailleurs que dans les huit jours de plus que passe le soleil dans notre hémisphère la cause de l'inégalité des températures moyennes des deux hémisphères. Or, si les quantités de chaleur reçues sont les mêmes, les pertes par rayonnement sont inégales. En effet, la loi du refroidissement des corps par rayonnement montre que, pour chaque période complète, ce sera celui des deux hémisphères qui aura

subi les plus grands écarts de température, par rapport à la quantité moyenne de chaleur reçue par seconde, qui aura perdu le plus de calorique. Or en été notre hémisphère est plus éloigné du soleil, et en hiver l'hémisphère sud est plus rapproché du soleil. Il en résulte que les plus grands écarts de température sont en faveur de l'hémisphère sud; et que celui-ci doit, par suite, perdre par rayonnement plus de calorique que l'hémisphère nord. »

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie d'un condensateur intercalé dans le circuit secondaire d'un transformateur.* Note de M. **Désiré Korda.**

« Dans une Note précédente (¹), je me suis proposé d'étudier les phénomènes qui se produisent lorsqu'on intercale un condensateur dans le circuit secondaire d'un transformateur. Une erreur de signe s'est glissée dans le système d'équations dont je suis parti, de sorte que j'ai traité, en réalité, un problème un peu plus général que celui que j'ai indiqué. En effet, les résultats obtenus correspondent au cas où le circuit secondaire contient également une source d'électricité de force électromotrice variable, qui doit, en outre, répondre à la condition particulière d'être en retard d'un quart de période sur le courant primaire et de posséder une valeur maxima de $e = 2MI_0\omega$. Cette association, d'une forme spéciale, de deux alternateurs, par l'intermédiaire d'un transformateur, dont le coefficient d'induction mutuelle est ainsi déterminé, offre un certain intérêt au point de vue théorique, car elle forme justement le cas complémentaire de celui où l'on n'emploie qu'un transformateur simple. En effet, dans ce dernier cas, le signe de M, dans la deuxième équation du système primitif, doit être négatif, et, par conséquent, en rendant, dans les formules des résistances apparentes et de la capacité, le signe de M^2 négatif, on retrouve les expressions de ces quantités pour le cas où le secondaire du transformateur est simplement mis en série sur un condensateur et ne renferme aucune autre source électrique.

» L'équation fondamentale s'écrit alors, en gardant les mêmes notations que dans la Note précitée.

$$(1) \qquad \begin{cases} (Ll - M^2)\dfrac{d^3 i}{dt^3} + (Rl + rL)\dfrac{d^2 i}{dt^2} + \left(Rr + \dfrac{L}{K}\right)\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R}{K}i \\ \quad = E_0\left(r\omega\cos\omega t - \dfrac{Kl\omega^2 - 1}{K}\sin\omega t\right), \end{cases}$$

(¹) *Comptes rendus*, séance du 16 août 1892.

dont l'intégrale générale est de la forme

$$i = ae^{-\delta_1 t} + be^{-\delta_2 t} + ce^{-\delta_3 t} + I, \tag{2}$$

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ étant les racines de l'équation

$$(Ll - M^2)\delta^3 - (Rl + rL)\delta^2 + \left(Rr + \frac{L}{K}\right)\delta - \frac{R}{K} = 0, \tag{3}$$

dont le discriminant est

$$\left\{\begin{aligned} D = 4\left[(Ll - M^2)^2\frac{R^2}{K^2} + \frac{1}{27}(Ll - M^2)\left(Rr + \frac{L}{K}\right)^3 + \frac{1}{27}(Rl + rL)^3\frac{R}{K}\right] \\ - 3\left[(Ll - M^2)\frac{R}{K} + \frac{1}{9}(Rl + rL)\left(Rr + \frac{L}{K}\right)\right]^2. \end{aligned}\right. \tag{4}$$

» Pour $D > 0$, on a deux racines imaginaires indiquant, pour le début, une décharge oscillante; pour $D \overline{\gtrless} 0$, on a toutes les racines réelles et une décharge simple, comme état variable. Une fois le régime régulier établi, on a $i = I = \frac{E}{\rho}$, en désignant par ρ la résistance apparente du primaire dont le carré a la valeur

$$\left\{\begin{aligned} \rho^2 = R^2 + L^2\omega^2 + \frac{M^2\omega^2}{r} \\ \times\left(2R + \frac{M^2\omega^2}{r} - 2\frac{L}{r}\frac{Kl\omega^2 - 1}{K}\right)\left(1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{rK\omega}{Kl\omega^2 - 1}\right)^2}\right). \end{aligned}\right. \tag{5}$$

» Cette formule indique qu'il ne pourra se présenter, dans la réalité, que le seul cas où la courbe de troisième degré, représentant la relation entre ρ^2 et la capacité K, n'a aucun point commun avec la droite $y = R^2$. En effet, pour qu'on puisse avoir $\rho^2 = R^2$, il faudrait une capacité imaginaire

$$K = L\frac{\mu\omega \pm \sqrt{-1}\sqrt{\nu}}{\mu^2\omega^3 + \nu\omega} = \alpha + i\beta, \tag{6}$$

en posant

$$\mu = Ll - M^2 \qquad \text{et} \qquad \nu = 2M^2Rr + L^2r^2.$$

» Par contre, pour la capacité réelle $K = \alpha$, la valeur de la résistance apparente devient [1]

$$\rho = \sqrt{R^2 + \frac{L^2\nu}{(M^2\mu\omega^2 - \nu)^2 + L^2r^2\mu^2\omega^4}}; \tag{7}$$

---

[1] Dans le cas étudié précédemment ρ^2 descendait, pour $K = \alpha$, au-dessous de R^2,

ω étant grand, cette valeur ne diffère que très peu de celle de la résistance ohmique. La capacité correspondante peut s'écrire

$$(8) \qquad K = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Lambda}{\lambda + \Lambda}\right) l\omega^2 + \frac{\nu}{L}},$$

λ est, en général, très grand par rapport à Λ; la capacité K, comparée avec celle qu'on aurait dû intercaler directement dans le primaire pour équilibrer l'effet de la selfinduction L, est donc réduite sensiblement *dans le rapport du carré des nombres des spires du transformateur.*

» Du reste (7) n'est pas encore la valeur minima de ρ. En effet, le minimum et le maximum ont lieu, en faisant la capacité égale à

$$(9) \qquad K = \frac{1}{2} \frac{(2Ll - M^2)\omega^2 - 2Rr \pm \sqrt{(M^2\omega^2 + 2Rr)^2 + 4L^2r^2\omega^2}}{(Ll - M^2)l\omega^4 - (Lr + 2lR)r\omega^2} = \gamma \pm \delta,$$

(avec le signe supérieur pour le minimum et avec le signe inférieur pour le maximum) et l'on a alors

$$(10) \qquad \rho^2 - R^2 = \frac{\mu^2\omega^4 = \nu\omega^2}{r^2 + l^2\omega^2} \pm \frac{M^2\omega^2}{r^2 + l^2\omega^2} \frac{\sqrt{(M^2\omega^2 + 2Rr)^2 + 4L^2r^2\omega^2}}{(r^2\omega^2 + l^2\omega^4)(\gamma \pm \delta)^2 - 2l\omega^2(\gamma \pm \delta) + 1}.$$

» Une méthode graphique très simple et exacte permet également de déterminer tous les éléments du problème qui nous occupe. A cet effet, on choisit d'abord une longueur arbitraire, représentant la force électromotrice efficace du primaire. On peut tracer alors, suivant la méthode connue de M. Blakesley, les forces contre-électromotrices qui se rencontrent dans les deux circuits. On trouve finalement la longueur qui représente, en grandeur et en phase, la force électromotrice aux bornes de la source électrique, dont la valeur est une des données du problème. Nous obtenons donc de cette façon l'échelle que nous devons appliquer à notre épure pour avoir les solutions cherchées. »

---

de la façon suivante

$$\rho^2 = R^2 - \frac{L^2\nu}{(\nu - M^2\mu\omega^2)^2 + L^2r^2\mu^2\omega^4},$$

en posant

$$\mu = M^2 + Ll \qquad \text{et} \qquad \nu = 2M^2Rr - L^2r^2.$$

La symétrie avec la formule (7) par rapport à R^2 est à remarquer.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« Les divergences qui subsistent entre les résultats des mesures récentes relatives à la variation thermique des étalons mercuriels de résistance m'ont engagé à reprendre la question, avec des appareils électriques perfectionnés, et en utilisant les ressources thermométriques du Bureau international des Poids et Mesures.

» Un premier groupe de recherches, exécutées dans le courant de l'hiver 1889-1890, me donna un résultat que je ne crus pas entièrement libéré de certaines erreurs systématiques; je recommençai tout le travail dans l'hiver suivant, en profitant de l'expérience acquise.

» *Méthode.* — Un étalon mercuriel de 1 ohm environ, amené successivement à diverses températures, était comparé à un autre étalon maintenu à une température invariable; les résistances étaient ajustées de telle sorte que leurs écarts positifs et négatifs fussent à peu près de même amplitude, dans l'intervalle de température des comparaisons.

» Les contacts étaient éliminés par le procédé suivant : à côté de chaque étalon était placé un vase en verre contenant quelques kilogrammes de mercure, et que l'on maintenait à la même température que l'étalon voisin. Soient I, II les étalons, I′, II′ les vases qui leur correspondent. On formait successivement, dans la même branche du pont, les circuits

$$\text{pont} - \text{I} - \text{II}' - \text{pont}, \qquad \text{pont} - \text{I}' - \text{II} - \text{pont}.$$

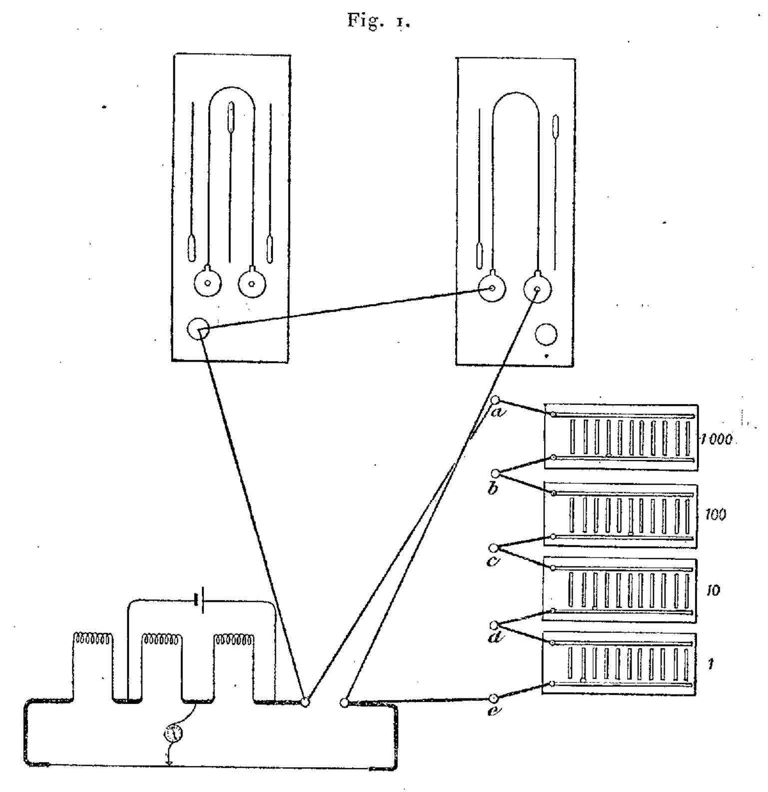
» De cette manière le circuit entier des tiges et des contacts demeurait invariable.

» Dans les premières recherches, la différence des étalons était mesurée par la résistance d'une portion d'un fil de laiton exactement étalonné. Dans le second groupe, chaque mesure a été en outre répétée en introduisant en dérivation sur les prises de contact du pont une résistance choisie de manière à ramener le galvanoscope au zéro. La *fig.* 1 représente le dispositif.

» Dans l'emploi de cette méthode l'erreur de la comparaison dépend de l'erreur relative des dérivations multipliée par le rapport de chacune des résistances à sa dérivation; dans mes mesures, ce rapport n'a guère dépassé $\frac{1}{30}$. L'exactitude cherchée étant de l'ordre du cent-millième, il

suffisait donc que les dérivations fussent connues à $\frac{1}{3000}$ près, ce qui ne présente aucune difficulté.

Fig. 1.

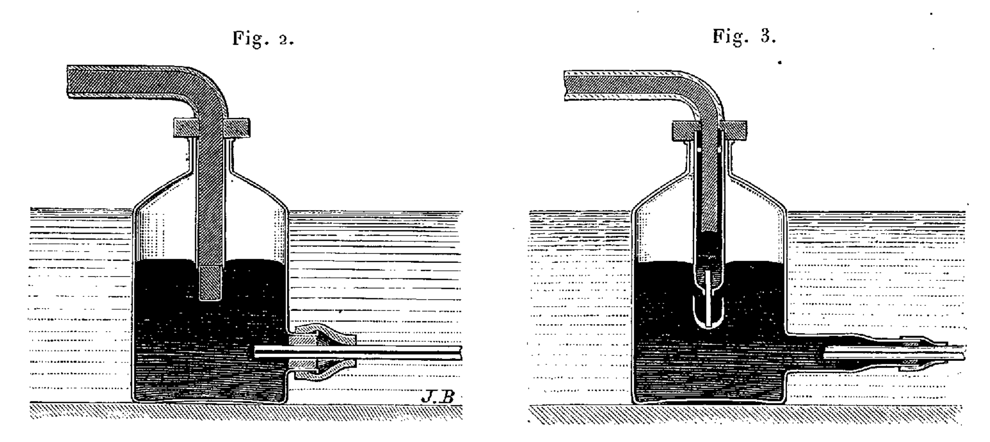


» *Étalons et contacts.* — Afin de n'être pas trop limité dans l'intensité des courants à employer, on a choisi, pour la construction des étalons, des tubes assez gros, contenant environ 30^{gr} de mercure par ohm; dans mes premières recherches, le tube débouchait directement dans le godet terminal (*fig.* 2); mais craignant un effet perturbateur du contact sur la portion du tube protégée par un bouchon de liège et un tuyau de caoutchouc, je remplaçai, pour le second groupe, les premiers godets par d'autres, munis d'une tubulure latérale permettant à l'étalon de prendre dans son entier la température du bain (*fig.* 3).

Au début, les contacts consistaient en une forte barre de cuivre munie d'une capsule de platine, et protégée par un tube de verre et un tuyau de caoutchouc (*fig.* 2); puis je repris les contacts de la forme indiquée par M. Benoît (*fig.* 3), et enfin, j'adoptai un système mixte consistant à coiffer le premier contact d'un godet en verre (*fig.* 4).

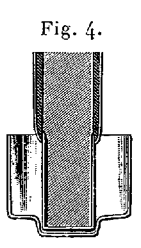
» *Comparaisons.* — J'ai fait, dans le premier groupe, 37 séries de comparaisons dans l'eau et 8 séries dans la glace et la vapeur d'eau, ces dernières avec un étalon vertical; dans le second groupe j'ai fait 32 séries de

Fig. 2. Fig. 3.



mesures par le fil et autant par les dérivations. Chaque série comprenait vingt-huit mesures. Ces séries ont été espacées de 2 en 2 degrés environ, entre 0° et 61°; elles étaient réparties de telle sorte qu'on est revenu plu-

Fig. 4.



sieurs fois aux températures hautes et basses pour éliminer une variation possible des étalons avec le temps, variation qui, du reste, n'a pas été constatée.

» *Résultats.* — Pour les premières recherches je donnerai seulement la résistance apparente du mercure dans le verre en fonction de l'échelle centigrade des thermomètres en verre dur; la formule trouvée est la suivante

$$r_t = r_0(1 + 0,000\,872\,6t + 0,000\,001\,057t^2).$$

» Les résultats complets de mes dernières mesures sont donnés ci-après :

» 1° Variation apparente de la résistance du mercure dans le verre dur, en fonction du thermomètre à mercure.

» *a*. Par le fil

$$r_t = r_0(1 + \underset{\pm\qquad\quad 55}{0{,}000\,875\,37}\,t + \underset{\pm\qquad\qquad 89}{0{,}000\,001\,062\,1}\,t^2);$$

» *b*. Par les dérivations

$$r_t = r_0(1 + \underset{\pm\qquad\quad 44}{0{,}000\,876\,71}\,t + \underset{\pm\qquad\qquad 72}{0{,}000\,001\,046\,9}\,t^2).$$

» 2° En fonction de l'échelle normale :

a .... $r_T = r_0(1 + 0{,}000\,880\,23\,T + 0{,}000\,001\,006\,3\,T^2)$,
b .... $r_T = r_0(1 + 0{,}000\,881\,57\,T + 0{,}000\,000\,990\,9\,T^2)$.

» En utilisant les mesures de MM. Benoît et Chappuis, sur la dilatation du verre, on trouve, en fonction de l'échelle normale, la variation réelle de la résistance spécifique du mercure.

a .... $\rho_T = \rho_0(1 + 0{,}000\,887\,45\,T + 0{,}000\,001\,018\,1\,T^2)$,
b .... $\rho_T = \rho_0(1 + 0{,}000\,888\,79\,T + 0{,}000\,001\,002\,2\,T^2)$.

» Les résultats obtenus par les deux méthodes sont très concordants, comme on en juge par la simple inspection des formules, en remarquant que les apports des termes en T et en T^2 se compensent sensiblement. Le Tableau suivant donne les valeurs de la résistance apparente du mercure dans le verre en fonction de l'échelle normale, calculée par les formules 2_a et 2_b.

	Valeurs obtenues par	
T.	le fil.	les dérivations.
0	1,00000	1,00000
10	1,00890	1,00891
20	1,01801	1,01803
30	1,02731	1,02734
40	1,03682	1,03685
50	1,04653	1,04656
60	1,05644	1,05646

» La différence entre les dernières mesures et les premières justifie mes craintes relatives aux erreurs systématiques de celles-ci.

» En utilisant les nombres ci-dessus pour la réduction des expériences relatives à la détermination de l'ohm, on trouvera des valeurs un peu plus élevées que celles qui ont été données par la plupart des observateurs, en

sorte que la moyenne réduite des bonnes mesures atteint largement la valeur $106,3 \frac{\text{cm}}{(\text{microlitre})^{\frac{2}{3}}}$ Hg à 0°. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une ptomaïne obtenue par la culture du* Micrococcus tetragenus. Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« Le *Micrococcus tetragenus* est rapidement isolé des crachats des phtisiques (¹) : les éléments sont des coccus sphériques, de 1^{μ} à $1^{\mu},5$ de diamètre, qui se cultivent bien sur tous les milieux.

» Lorsqu'on cultive pendant plusieurs jours des cultures pures de ce microbe sur gélatine peptonisée, une ptomaïne se produit. Cette ptomaïne a été extraite, par les procédés de MM. Gautier et Brieger, d'un nombre considérable de tubes de culture : c'est un corps solide, blanc, cristallisant en aiguilles prismatiques. Cette base est soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline; elle forme un chlorhydrate, un chloraurate et un chloroplatinate, tous cristallisables. Elle est aussi précipitée par les acides phosphomolybdique, phosphotungstique et picrique. Le réactif de Nessler donne un précipité vert; l'acide tannique, un précipité marron, et le tannate ainsi formé est légèrement soluble.

» Ces résultats des analyses assignent, à la nouvelle ptomaïne, la formule $C^5H^6AzO^2$.

» Elle est vénéneuse, et produit la mort dans les trente-six heures.

» Quant à l'origine de cette ptomaïne, on ne peut douter que ce ne soit un produit de la décomposition chimique de molécules albuminoïdes dérivées de la gélatine peptonisée, durant la vie du microbe en question. Cette ptomaïne n'existait pas dans la gélatine peptonisée avant la culture du *Micrococcus tetragenus* dans ce milieu ; elle n'a pas été formée non plus par l'action des réactifs employés dans les procédés d'extraction. C'est, incontestablement, le produit de la décomposition de l'albumine par le *Micrococcus tetragenus*. »

(¹) A.-B. Griffiths, *Manual of Bacteriology*. Londres, Heinemann.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'échinochrome : un pigment respiratoire.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« En 1883, M. Mac Munn (¹) a découvert un pigment brun dans le fluide périvisceral de certains Échinodermes (*Echinus esculentus, Strongylocentrotus lividus, Echinus sphæra,* etc.). Ce pigment, qu'il a nommé *échinochrome,* possède une fonction respiratoire. Il existe à deux états, à l'état d'oxyéchinochrome, chargée d'oxygène actif, et d'échinochrome réduite, ou dénuée d'oxygène actif.

» J'ai déterminé la composition approximative de l'échinochrome. Quand une quantité suffisante du fluide périvisceral a été obtenue, on le laisse se coaguler, et l'on sèche le caillot à la température extérieure. On le traite alors par le chloroforme, ou la benzine, ou le sulfure de carbone, dans lesquels l'échinochrome est soluble. On évapore spontanément : le pigment reste comme résidu amorphe.

» La moyenne de quatre analyses m'a conduit à la formule brute $C^{102}H^{99}Az^{12}FeS^2O^{12}$.

» L'échinochrome est soluble partiellement dans l'eau et dans l'alcool. Bouillie avec les acides minéraux, elle se transforme en hématoporphyrine, hémochromogène et acide sulfurique :

$$C^{102}H^{99}Az^{12}FeS^2O^{12} + 5H^2O + 3O^2$$
$$= 2C^{34}H^{34}Az^4O^5 + C^{34}H^{37}Az^4FeO^5 + 2H^2SO^4.$$

» M. Mac Munn (²) a découvert l'hématoporphyrine dans les téguments ou les peaux de l'*Asterias rubens* et des autres Échinodermes; elle est très probablement dérivée de l'échinochrome existant dans le fluide périvisceral de ces Échinodermes.

» L'échinochrome possède certains caractères analogues à ceux de l'hémoglobine et de la chlorocruorine (³). Il est probable que c'est un pigment respiratoire dans l'état inférieur du développement, pendant que l'hémoglobine est un pigment respiratoire dans l'état supérieur du développe-

---

(¹) *Proceedings of the Birmingham Philosophical Society,* vol. III, p. 380. *Quarterly Journal of Microscopical Science,* 1885.

(²) *Journal of Physiology,* vol. VII, p. 242.

(³) Voir A.-B. Griffiths, *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1277.

ment. Les pigments respiratoires, chez les animaux inférieurs, non seulement transportent l'oxygène aux tissus, mais retiennent aussi l'oxygène en combinaison jusqu'à ce qu'il soit pris par les cellules, pour les usages métaboliques; c'est pourquoi l'hémocyanine ([1]), la chlorocruorine, la pinnaglobine, l'achroglobine et l'échinochrome sont bien plus stables que l'hémoglobine. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Physiologie du pancréas; la dissociation expérimentale des sécrétions externe et interne de la glande.* Note de M. **J. Thiroloix**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Des expériences antérieures ont établi d'une façon formelle les deux propositions suivantes : la suppression de toute sécrétion externe du pancréas par oblitération des canaux excréteurs n'amène pas la glycosurie; les greffes pancréatiques empêchent chez les chiens dépancréatés l'apparition des phénomènes du diabète sucré. Cette influence des greffes est indéniable, l'expérience maintes fois répétée donne un résultat toujours identique. Un chien porteur d'une greffe et privé de tout pancréas abdominal ne devient pas glycosurique. Or l'expérience suivante est, en apparence, contradictoire et semblerait mettre en doute cette action.

» Sur un chien du poids de 16^{kg}, nous pratiquons, le 1er juillet 1892, l'ectopie de la portion duodénale du pancréas, avec drain. Quelques jours après, l'opération est parfaite; il s'écoule sans cesse par l'orifice artificiel un liquide clair, transparent, analogue au suc pancréatique. Vingt-cinq jours après, ablation de tout le pancréas abdominal, et section du pédicule vasculo-nerveux allant à la glande ectopiée. Jusqu'au 18 août, c'est-à-dire pendant vingt-un jours (car, pendant les deux jours qui ont suivi l'ablation du pancréas abdominal, il y eut une légère glycosurie que le traumatisme seul explique), l'animal est en parfaite santé, il n'est ni glycosurique ni polyurique. La sécrétion glandulaire externe continue à s'effectuer, et, matin et soir, on fait sourdre de la poche siégeant au niveau de la greffe plusieurs centimètres cubes du liquide sécrété par cette dernière.

» Le 18 août, brutalement d'un jour à l'autre, survient une glycosurie qui, d'abord légère, s'accroît les jours suivants pour atteindre le 29 août (onze jours après le début de son apparition) 50^{gr} en vingt-quatre heures. Depuis, tous les autres phénomènes

---

[1]) Touchant la stabilité de l'hémocyanine, voir *Travaux du laboratoire de Léon Fredericq* (Liège), t. III, p. 194. J'ai entièrement confirmé l'important travail de M. Fredericq.

du diabète sucré expérimental se sont produits : glycosurie considérable, azoturie, polyurie, polyphagie et amaigrissement (4 septembre).

» L'atrophie pure et simple de la portion greffée eût parfaitement expliqué cette apparition de la glycosurie, mais on ne pouvait y penser; car, d'une part, on trouvait, au niveau de la greffe, une masse dure, volumineuse, irrégulière, démontrant la persistance du parenchyme glandulaire, et, d'autre part, il y avait *continuation de la sécrétion pancréatique externe*, devenue même beaucoup plus abondante en dernier lieu, puisque chaque jour on pouvait retirer de la poche artificielle 15^{cc} à 20^{cc} d'un liquide clair transparent et réagissant comme le suc pancréatique normal. Il semble donc évident que, sous une influence encore à déterminer, la sécrétion pancréatique interne, résorbée par les vaisseaux lymphatiques et sanguins, a été supprimée, et que c'est cette suppression qui a provoqué l'apparition du diabète sucré. La greffe, examinée le 6 septembre, était parfaitement conservée. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de quelques gaz délétères sur la marche de l'infection charbonneuse.* Note de MM. **A. Charrin** et **H. Roger**, présentée par M. Bouchard.

« De nombreux travaux, publiés dans ces dernières années, ont montré qu'il existe un grand nombre de causes capables d'entraver ou de favoriser le développement des maladies infectieuses. Nous commençons à connaître l'influence de la fatigue ([1]) et du jeûne, l'action des agents physiques (froid, chaleur, lumière, humidité, etc.) ou chimiques (intoxications par substances solides ou liquides).

» Pour continuer les recherches poursuivies dans cette direction, nous nous sommes demandé si l'inhalation de certains gaz délétères ne modifierait pas la marche des infections, notamment de l'infection charbonneuse. Nos expériences ont porté sur des cobayes.

» Les animaux étaient placés sous une cloche, dans laquelle on faisait pénétrer un mélange d'air et de gaz délétères; ces gaz étaient représentés soit par de l'oxyde de carbone, soit par les produits volatils qui prennent naissance pendant la combustion de la paille. Les cobayes restaient dans ce milieu jusqu'au moment où ils offraient des

---

([1]) Charrin et Roger, *Société de Biologie*, 18 janvier 1890; *Archives de Physiologie*, 1er avril 1890.

symptômes graves d'intoxication; ils commençaient par s'agiter, le nez et les pattes devenaient roses; puis ils étaient pris d'une violente dyspnée et tombaient sur le côté, les membres agités par de petites secousses convulsives. On les remettait alors à l'air libre, et, au bout de quelques minutes, ils étaient complètement rétablis. Il est très facile de faire supporter aux animaux trois, quatre et même cinq inhalations semblables par jour.

» On sait que l'oxyde de carbone détruit les globules rouges, on aurait donc pu supposer que la sensibilité des animaux aurait augmenté par ces inhalations successives; nous avons constaté qu'il n'en est rien; contrairement à ce que faisait prévoir la théorie, les animaux résistent de la même façon, et à la première de ces inhalations et aux suivantes.

» Dans une première série d'expériences, nous avons inoculé sous la peau du charbon virulent ou du deuxième vaccin charbonneux.

» Les animaux, au nombre de onze, ont été divisés en trois groupes : quatre ont été gardés comme témoins, quatre ont été soumis à des inhalations d'oxyde de carbone; trois à des inhalations de gaz provenant de la combustion lente de la paille. Dans ces conditions, nous n'avons obtenu que des résultats négatifs, en ce sens que tous les sujets ont succombé également vite en trois ou quatre jours. Chez tous, nous avons trouvé des bactéridies à l'examen microscopique des organes.

» Nous pouvons donc conclure que l'inhalation de gaz délétères ne modifie nullement la résistance du cobaye au charbon virulent.

» Les résultats ont été bien différents en employant du charbon atténué (premier vaccin).

» Sur 13 cobayes inoculés, 4 furent gardés comme témoins et survécurent; 5 furent soumis à l'action des produits provenant de la combustion de la paille; 1 seul ne mourut pas, les autres succombèrent en quatre ou cinq jours, avec un œdème sous-cutané considérable; l'examen microscopique permit de trouver la bactéridie dans tous les viscères.

» Enfin, 4 cobayes furent soumis à l'action de l'oxyde de carbone; 2 ont résisté, 2 ont péri. Ce gaz a paru agir moins énergiquement que les produits dégagés par la paille brûlée; toutefois, nous ne pouvons ici nous permettre une comparaison exacte, un rapprochement échappant à toute objection; si nous connaissons d'une façon précise le volume d'oxyde de carbone lorsque, puisant ce corps dans le gazomètre où nous l'avons renfermé, nous l'employons seul, nous ignorons dans quelle proportion ce même principe fait partie des éléments de combustion de la paille.

» Néanmoins, il est vraisemblable que l'action des produits volatils de

la combustion ne dépend pas seulement de l'oxyde de carbone; si nos recherches, tout en apportant quelques probabilités en faveur de cette opinion, n'en démontrent pas la réalité d'une façon absolue, la clinique, de son côté, tend à établir que les phénomènes qui suivent l'inhalation de tous les produits de la combustion ne sont pas identiques à ceux qui surviennent au cours de l'intoxication oxycarbonée.

» Quoi qu'il en soit, nous pouvons conclure de nos expériences que les gaz que nous avons étudiés n'influencent pas l'évolution du charbon bactéridien virulent, mais rendent possible le développement du charbon atténué. »

CHIRURGIE. — *Contribution à l'asepsie dans la thérapeutique hypodermique* Note de M. **Barthélemy**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« Jusqu'ici, les injections faites dans les tissus ont été pratiquées au moyen de seringues à aiguilles amovibles, avec lesquelles on puisait le liquide dans un flacon, souvent ouvert, mais jamais stérilisé. Quand on était resté un certain temps sans faire usage de l'instrument, le piston était souvent desséché. De plus, on ne pouvait pas être *certain* que l'on n'avait pas, en même temps que le liquide, déposé de germes d'infection ou d'abcès dans les tissus.

» C'est pour supprimer ces divers *desiderata* que j'ai imaginé un appareil permettant de pratiquer l'*hypodermie aseptique*.

» L'appareil sert à la fois de récipient et d'injecteur; tout en verre, émail et acier, il peut être stérilisé avant et après sa réplétion. Il n'est jamais ouvert qu'au moment de s'en servir; alors seulement le fil est retiré de l'aiguille; celle-ci ne peut, par conséquent, être obstruée. De plus, il n'y a pas de piston; c'est l'air stérilisé qui remplit cet office. Le liquide, resté pur, toujours exactement dosé, représente, pour toutes les préparations, la dose moyenne, jamais toxique, injectable par jour et par adulte.

» Le médecin peut toujours avoir soit sur lui, soit chez lui, un certain nombre de tubes remplis chacun de liquides différents, inaltérables, toujours prêts à être injectés.

» Nous ajouterons que, grâce à une disposition imaginée par le Dr Oudin, notre hypodermic peut en électrolyse, à cause de son aiguille isolée, jouer, après l'injection, le rôle d'électrode. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la construction d'une fontaine lumineuse à colorations variables automatiquement.* Note de M. G. TROUVÉ, présentée par M. Cornu.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que j'ai réalisé (¹) la fontaine lumineuse monumentale (*fig.* 1) dont j'avais indiqué le principe (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 596).

» Le poids de cette fontaine est d'environ 10000^{kg} et le bassin mesure 6^m de diamètre.

» Le pouvoir éclairant est, dans cette fontaine, représenté par quatre lampes à incandescence de 110 volts, consommant 6 ampères chacune. L'énergie électrique totale est ainsi de 2640 watts : elle produit donc, à raison de 3 watts par bougie, une intensité lumineuse de plus de 800 bougies. Les lampes sont centrées au foyer de quatre réflecteurs paraboliques groupés sous les chambres de verre d'où l'eau jaillit. Comme dans les fontaines d'appartement, les ajutages métalliques, qui eussent porté ombre, sont éliminés. La bonne courbure des miroirs est obtenue par un tour de main spécial détaillé plus loin.

» L'eau qui retombe de la vasque dans le bassin est utilisée pour faire mouvoir une petite roue à augets qui commande la rotation de deux disques superposés, homocentriques ou non, faits de verres colorés, et qui tournent soit dans le même sens, soit en sens inverses, avec des vitesses égales ou inégales à volonté, entre les réflecteurs et les glaces. Cette combinaison de deux disques à rotations antagonistes a permis de diversifier le jeu des colorations des gerbes liquides qui se succèdent ainsi avec l'imprévu des figures du kaléidoscope.

» Le moteur peut être varié à souhait : il sera hydraulique, à mouvement d'horlogerie, ou électrique, de formes et de dimensions en rapport avec le genre de la décoration. Des précautions particulières ont été prises pour amortir le *coup de bélier* à l'arrivée de l'eau dans la fontaine et éviter le bris des glaces.

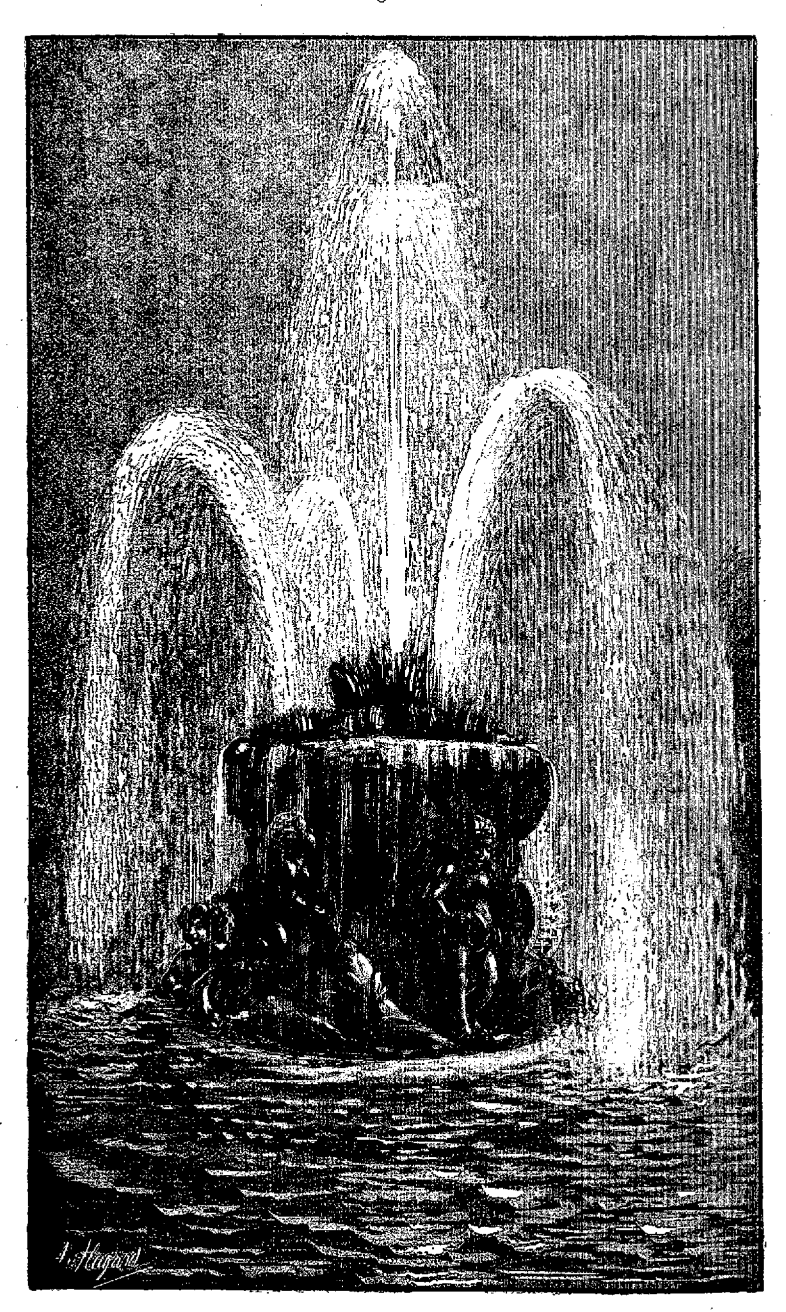
» Ces fontaines ne demandent ni dépense d'installation, ni frais d'entretien, et leur prix ne dépend que de leur perfection artistique et de leur importance. On n'avait été arrêté jusqu'ici dans la construction des fontaines lumineuses monumentales que par l'impossibilité d'éclairer suffisamment les jets. On peut dire que le problème est aujourd'hui inverse : le faisceau lumineux pouvant être projeté sans déperdition sensible à de

---

(¹) Au château de Craig-y-Nos, résidence de Mme Patti.

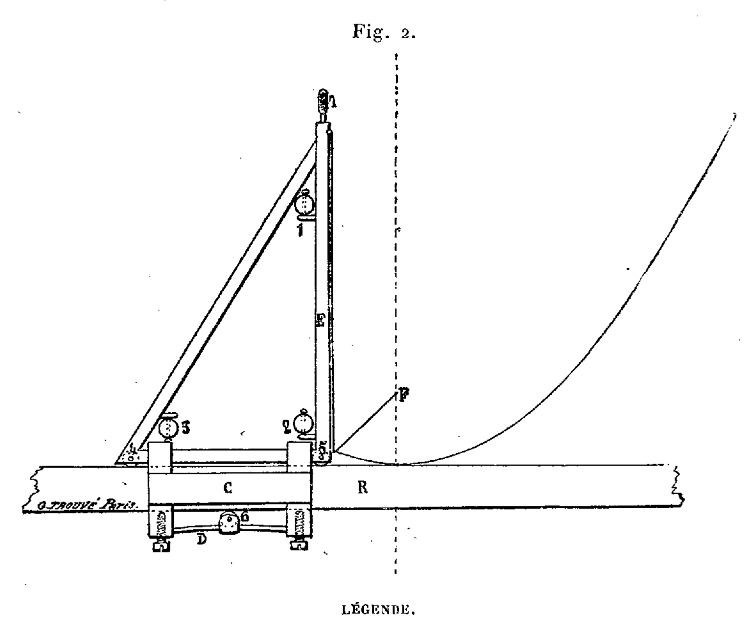
grandes hauteurs, on n'éprouvera que la difficulté d'imprimer à l'eau des pressions suffisantes.

Fig. 1.



» Le procédé par lequel j'obtiens la courbure parabolique des miroirs est un dérivé du procédé classique pour le tracé des paraboles par trait continu (*fig* 2).

Fig. 2.



LÉGENDE.

R, Règle d'acier.
E, Équerre en métal creux.
C, Curseur à ressort D de pression.
1, 2, 3, 4, 5, 6, Galets pour transformer le frottement de glissement en frottement de roulement.

» La règle est en acier et massive pour plus de stabilité. L'équerre que pousse le long de la règle le crayon ou le burin est en métal creux, pour la raison contraire. Ces deux instruments sont maintenus en contact constant par une sorte de curseur métallique à ressort. Une petite chaîne Galle remplace le fil : elle s'enroule sur un léger treuil porté par l'équerre et sa longueur se règle facilement suivant le cas. Le crayon ou le burin sont entaillés d'une étroite gorge qui empêche la chaîne de glisser. La douceur de la translation du système est assurée par de petits galets que portent l'équerre et le curseur : ils roulent avec aisance les uns sur la règle d'acier, les autres sur la surface où l'on veut tracer la parabole. La plus légère pression contre l'équerre suffit ainsi pour la mettre en mouvement, et la courbe obtenue est continue et d'une grande exactitude. La parabole est ensuite découpée dans une feuille de métal qui peut alors servir à la confection d'un mandrin en creux et d'un mandrin en relief sur lesquels seront enfin repoussés les réflecteurs. »

M. **Émile Rivière** adresse une Note relative à la « Détermination, par l'analyse chimique, de la contemporanéité ou de la non-contemporanéité

des ossements humains et des ossements d'animaux trouvés dans un même gisement ».

Déjà, en 1882, dans une Communication sur les sablières quaternaires de Billancourt [1], l'auteur avait exprimé l'opinion que des ossements humains, découverts dans certaines de ces sablières, pouvaient n'être pas contemporains des espèces quaternaires qu'ils accompagnaient. Dans un pli cacheté, déposé à l'Académie le 8 octobre 1885 [2], il déclarait avoir l'espoir d'être mis à même de décider la question, par une série d'analyses chimiques comparatives des divers échantillons.

Les circonstances ne lui ayant pas permis de mettre à exécution ce projet, il est heureux de constater que, d'après les résultats obtenus récemment par M. Adolphe Carnot, l'opinion qu'il avait émise sur ce point est aujourd'hui hors de doute. Les ossements humains de Billancourt sont plus récents que les restes de la faune quaternaire des mêmes sablières, et la même méthode pourra sans doute être appliquée, dans d'autres cas, pour résoudre les questions de ce genre qui pourront se présenter, ainsi que dans certaines questions de Médecine légale.

M. **G. de Rocquigny-Adanson** adresse quelques indications sur le tremblement de terre, ressenti à Parc-de-Baleine (Allier), le 26 août, à $10^h 10^m$ du matin (heure de Paris).

M. **Léopold Hugo** adresse une Note sur diverses questions relatives à l'Histoire de l'Astronomie.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

---

(1) *Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de La Rochelle, 1882.

(2) Ce pli est ouvert, sur la demande de l'auteur, dans la séance de ce jour.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 SEPTEMBRE 1892.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. 2e série, t. XVI, juillet 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Tome XX, n° 4. Paris; 1 fasc. in-8°.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1895, *publiée par le Bureau des Longitudes.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1892. Paris, juin-juillet 1892; 1 fasc. in-8°.

Comité international des Poids et Mesures. — Quinzième rapport aux Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, sur l'exercice de 1891. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-4°.

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies françaises pendant l'année 1890. Melun, 1892; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1892. Tome V, 4e Partie. Paris, 1892; 1 vol. in-8°.

De la transfusion hypodermique, par le Dr LUTON. (Extrait des *Archives générales de Médecine.*) Paris, 1884; 1 fasc. in-8°.

Essai de vinification avec les levures sélectionnées, par E. CHUARD. (Extrait de la *Chronique agricole du canton de Vaud*, 25 juin 1892.) Lausanne, G. Bridel; 1 br. in-8°.

Contribution à l'étude des phénomènes de nitrification, par E. CHUARD. (Extrait du *Recueil inaugural de l'Université de Lausanne.*) Lausanne, 1892; 1 br. in-8°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Serie seconda, vol. X, Parte I-II, 1888. Roma, 1892; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 SEPTEMBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur l'arc-en-ciel blanc.* Note de M. **Mascart**.

« Le rayon de l'arc-en-ciel est, en général, voisin de l'angle de 42° indiqué par la théorie de Descartes, ou des rayons *efficaces;* cependant on a observé dans maintes circonstances, en particulier sur les brouillards ou les nuages, des arcs-en-ciel dont le rayon diminue jusqu'à 33° 30′, d'après Bouguer. En même temps, les couleurs s'affaiblissent et l'arc paraît comme une bande circulaire *blanche,* ou à peine teintée, que l'on désigne quelquefois sous le nom de *cercle d'Ulloa.* Ces apparences ont pu faire croire qu'il s'agit d'un phénomène différent.

» Bravais attribue l'arc-en-ciel blanc aux réflexions et réfractions de la lumière dans les gouttes vésiculaires qui constitueraient les nuages; cette explication ne rend pas compte de toutes les circonstances et l'hypothèse des *vésicules*, si longtemps adoptée, semble tout à fait improbable. L'exi-

stence de ces bulles d'eau n'a jamais été constatée; il est même difficile d'en comprendre la formation et surtout la permanence, car la tension capillaire des surfaces produit à l'intérieur un excès de pression et le gaz inclus ne tarderait pas à s'échapper par diffusion dans la membrane liquide.

» La diminution du rayon apparent de l'arc-en-ciel s'explique aisément par le déplacement du premier maximum des franges d'interférence qui produisent les arcs surnuméraires, à mesure que le diamètre des gouttes diminue. L'affaiblissement des couleurs peut être dû, en partie, à l'existence simultanée de gouttes de tailles différentes dont les franges chevauchent l'une sur l'autre, mais cette interprétation est incomplète.

» J'ai eu l'occasion dernièrement d'observer un arc-en-ciel à peu près blanc, à peine teinté de rouge sur son bord extérieur, dont le rayon était voisin de 36°30′. Sans pouvoir mesurer le diamètre des gouttelettes, il me parut cependant qu'elles étaient sensiblement uniformes. La disparition des couleurs tiendrait alors à l'extension des franges d'interférence. Dans ce cas, en effet, les intensités relatives des différentes couleurs conservent assez longtemps des valeurs égales et l'arc-en-ciel paraîtra sensiblement incolore ou *achromatisé*, au moins en certains points. Cette condition se traduit aisément par le calcul.

» D'après la théorie d'Airy, l'amplitude de la lumière diffractée à la distance θ des rayons efficaces, pour une goutte de diamètre $2a$ et pour la longueur d'onde λ, est exprimée par la formule

$$(1) \qquad A = k\left(\frac{4a^2\lambda}{h\cos\theta}\right)^{\frac{1}{3}} f(z).$$

» Le paramètre z est une quantité numérique liée à l'écart θ par la relation très approchée

$$(2) \qquad z^3 = \frac{12}{h}\left(\frac{2a}{\lambda}\right)^2 \theta^3,$$

et le facteur h pour le $(p-1)^{\text{ième}}$ arc-en-ciel est donné en fonction de l'indice n par la relation

$$(3) \qquad h^2 = \left(\frac{p^2-1}{p}\right)^4 \frac{p^2-n^2}{(n^2-1)^3}.$$

» L'observation à la vue équivalant au phénomène qui se dessinerait dans le plan focal d'une lunette, l'amplitude est en raison inverse de la longueur focale de l'objectif; le coefficient k est donc proportionnel à

l'amplitude primitive et en raison inverse d'une longueur, auquel cas la formule (1) est homogène.

» L'incidence I du rayon efficace est

$$\operatorname{tang}^2 I = \frac{p^2 - n^2}{n^2 - 1}.$$

» Si l'on considère le premier arc, où $p = 2$, son rayon ρ est

$$\sin^2 \rho = \frac{1}{n^4}\left(\frac{4 - n^2}{3}\right)^3,$$

et l'on a

$$(4) \qquad d\rho = -2 \operatorname{tang} I \frac{dn}{n}.$$

» Il faut, en outre, tenir compte du déplacement des rayons efficaces. En rapportant les phénomènes à la longueur d'onde λ_0 pour laquelle le rayon apparent de l'arc est ρ_0, l'écart θ relatif à la longueur d'onde λ, pour la direction définie par l'angle $\rho_0 - \theta_0$, est

$$(5) \qquad \theta = \rho - \rho_0 + \theta_0.$$

» L'intensité relative J de la lumière peut donc s'écrire sous la forme

$$(6) \qquad J = j\left(\frac{4a^2\lambda}{h}\right)^{\frac{2}{3}} f^2(z),$$

le facteur j étant en raison inverse du carré d'une longueur.

» Les variations des différentes quantités relatives à la variation $d\lambda$ de longueur d'onde, pour des gouttes de même diamètre, sont, d'après les équations (4), (6), (2), (5) et (3),

$$(7) \qquad \begin{cases} d\rho = -2 \operatorname{tang} I \dfrac{\lambda\, dn}{n\, d\lambda} \dfrac{d\lambda}{\lambda}, \\ \dfrac{3}{2} \dfrac{dJ}{J} = \dfrac{d\lambda}{\lambda} - \dfrac{dh}{h} + 3 \dfrac{f'(z)}{f(z)} dz, \\ 3 \dfrac{dz}{z} = -\dfrac{dh}{h} - 2 \dfrac{d\lambda}{\lambda} + 3 \dfrac{d\rho}{\rho - \rho_0 + \theta_0}, \\ \dfrac{dh}{h} = -\dfrac{n^2(3p^2 - 2n^2 - 1)}{(p^2 - n^2)(n^2 - 1)} \dfrac{dn}{n} = -\dfrac{n^2(3p^2 - 2n^2 - 1)}{(p^2 - n^2)(n^2 - 1)} \dfrac{\lambda\, dn}{n\, d\lambda} \dfrac{d\lambda}{\lambda}. \end{cases}$$

» Le facteur $-\dfrac{\lambda\, dn}{n\, d\lambda}$ est une constante C définie par la dispersion de la

lumière dans l'eau. Si l'on représente par P le facteur de $-\frac{dn}{n}$ dans la valeur de $\frac{dh}{h}$, les équations (7) donnent finalement

$$(8) \qquad \frac{3}{2}\frac{\lambda}{J}\frac{dJ}{d\lambda} = 1 - PC + \frac{zf'(z)}{f(z)}\left(\frac{6C\,\text{tang}\,I}{\rho - \rho_0 + \theta_0} - 2 - PC\right).$$

» L'achromatisme a lieu lorsque l'intensité relative J est la même pour les couleurs voisines. Dans ce cas, la quantité J est indépendante de la longueur d'onde, ou du moins sa dérivée est nulle, d'où la condition

$$(9) \qquad \frac{f(z)}{f'(z)} = \frac{2 + PC}{1 - PC}z - \frac{6C\,\text{tang}\,I}{1 - PC}\,\frac{z}{\rho - \rho_0 + \theta_0}.$$

» Si l'on établit l'achromatisme sur la lumière de comparaison ($\rho = \rho_0$), en remplaçant θ_0 par sa valeur (2) en fonction du paramètre, il reste

$$(10) \qquad \frac{f(z)}{f'(z)} = \frac{2 + PC}{1 - PC}z - \frac{6C\,\text{tang}\,I}{1 - PC}\left(\frac{12}{h}\right)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{1}{\lambda}\right)^{\frac{2}{3}}(2a)^{\frac{2}{3}}.$$

» Pour le premier arc-en-ciel ($p = 2$) et la raie D du spectre, on a

$$\begin{aligned} n &= 1{,}3343, & C &= 0{,}01573, \\ \text{tang}\,I &= 1{,}6866, & \rho &= 40^\circ 8', \\ P &= 9{,}476, & PC &= 0{,}1491, \\ h &= 4{,}763, & \left(\frac{12}{h}\right)^{\frac{1}{3}} &= 1{,}3608, \\ \lambda &= 0^\mu{,}589, & \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{\frac{2}{3}} &= 1{,}424. \end{aligned}$$

» Le diamètre $2a$ des gouttes étant exprimé en microns, l'équation qui détermine le paramètre d'achromatisme devient

$$(11) \qquad \frac{f(z)}{f'(z)} = 2{,}5257z - 0{,}3625(2a)^{\frac{2}{3}};$$

l'écart correspondant est donné par

$$z = 1{,}9378(2a)^{\frac{2}{3}}\theta,$$

et le rayon du phénomène est $\rho - \theta$.

» Airy a donné une Table des valeurs de $f(z)$ qui permet de résoudre

l'équation (11), par l'intersection des courbes

$$y_1 = \frac{f(z)}{'(z)}$$

avec la droite

$$y_2 = 2,5257z - 0,3625(2a)^{\frac{2}{3}}.$$

» La fonction y_1 est représentée par une première courbe A_0, dont les ordonnées sont positives, depuis $z = -\infty$ jusqu'au maximum principal où elle est asymptote à la verticale, et par une série de courbes A_1, A_2, A_3, ..., ayant la forme des courbes de tangentes. Les dernières passent par tous les zéros de $f(z)$, c'est-à-dire par les minima d'intensité, où leur inclinaison est de 45°, car le coefficient angulaire est, en général,

$$y'_1 = 1 - \frac{ff''}{f'^2}.$$

» Ces courbes sont asymptotes aux verticales correspondant aux maxima et aux minima de $f(z)$, c'est-à-dire à tous les maxima d'intensité; les ordonnées sont positives dans l'intervalle d'un minimum d'intensité et du maximum suivant, négatives dans les autres intervalles.

» L'inclinaison de la droite y_2 est indépendante du diamètre des gouttes; cette droite ne rencontre pas la première branche A_0, mais elle coupe toutes les suivantes, en un ou trois points.

» Si les gouttes sont assez petites, les points d'intersection sont uniques et situés un peu avant les maxima secondaires; la branche négative $-A_1$ de la courbe A_1, en particulier, est située au-dessous de la droite.

» Comme on a

$$\frac{3}{2}(1 - \mathrm{PC})\left(1 - \frac{y_2}{y_1}\right) = 0,5673\left(1 - \frac{y_2}{y_1}\right),$$

cette expression reste positive avant le premier minimum; l'intensité J croissant avec la longueur d'onde, le rouge est en excès dans toute cette région. Cette couleur domine, à plus forte raison, avant le premier maximum, de sorte que la bande principale de l'arc-en-ciel paraît entièrement rouge. La courbe des intensités relative à la première frange rouge enveloppe alors toutes celles des autres couleurs.

» Lorsque le diamètre des gouttes atteint une certaine valeur $2a_0$, la droite y_2 est tangente à la branche $-A_1$. Dans ce cas, l'achromatisme est presque absolu au voisinage du point de contact, avec un léger excès de

rouge de part et d'autre, qui s'exagère à l'extérieur de l'arc; les courbes d'intensité sont sensiblement tangentes en un même point.

» A mesure que le diamètre augmente ensuite, la droite y_2 coupe d'abord la branche $-A_1$ en deux points M_1 et N_1, dont l'un se rapproche du maximum principal et l'autre du premier minimum, et la branche $+A_1$ en un troisième point P_1; l'achromatisme est encore très satisfaisant, le rouge domine avant le premier point d'intersection M_1, puis entre N_1 et P_1, tandis que les teintes moyennes apparaissent entre M_1 et N_1.

» Sans examiner ici ce qui se passe pour les gouttes plus grosses, je m'attacherai seulement à déterminer quel doit être le diamètre limite $2a_0$.

» Une construction graphique montre que le coefficient angulaire y'_1 est égal à celui de la droite, ou 2,5257, pour une valeur de z très voisine de 1,7, auquel cas l'intensité est 0,65 du maximum principal; il en résulte

$$(2a_0)^{\frac{2}{3}} = 11,845, \qquad 2a_0 = 40^{\mu},77.$$

» L'écart θ est alors

$$\theta = 0,0747 = 4°17'.$$

» Le maximum principal ayant lieu pour $z = 1,0845$, l'écart correspondant θ_m est

$$\theta_m = \frac{1,0845}{1,7}\theta = 2°44'.$$

» Pour des gouttes de ce diamètre, le rayon du maximum est réduit à 37°24' et l'achromatisme a lieu un peu plus loin, dans l'intérieur de l'arc, à 1°33' du maximum.

» Les gouttelettes qui constituent les nuages présentent souvent un diamètre voisin de 40^{μ}. Dans ces conditions, l'arc-en-ciel paraîtra diminué d'environ 2°, à cause de l'extension de la lumière au delà du maximum principal, et les colorations auront presque entièrement disparu, ne laissant qu'une nuance rougeâtre sur le bord extérieur.

» Le calcul montre que l'affaiblissement des couleurs se conserve encore lorsque les dimensions des gouttes diffèrent notablement, de part et d'autre, de celles qui correspondent au meilleur achromatisme, mais il persiste plus longtemps lorsque le diamètre diminue.

» Si l'on tient compte maintenant du diamètre apparent du Soleil, qui élargit toutes les franges, et du mélange des gouttes de tailles un peu différentes, qui les fait chevaucher l'une sur l'autre, on conçoit que l'arc-en-ciel

puisse paraître presque absolument blanc, sauf la teinte rougeâtre extérieure, et sans aucune trace de franges surnuméraires.

» Cette interprétation des phénomènes semble conforme à tous les renseignements fournis par les observateurs qui ont signalé l'arc-en-ciel blanc. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Netter** adresse une Note intitulée : « Quelques remarques sur la nature et le traitement du choléra. »

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Wolf* (1892 *sept.* 13), *et de la planète Borrelly-Wolf* (*Érigone?*), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*), par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

Planète Wolf.

Dates.		Étoiles.	Gr.	Planète — Étoile. ΔR.	Planète — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.
1892				m s	′ ″	
Sept. 17.........	*a*	6294 BD — 6°	9,5	—0.23,31	+0.55,8	6:6
17.........	*b*	6291 BD — 6	7,8	+0.32,35	+2.27,3	4:4
17.........	*b*	Id.	7,8	+0.32,07	+2.25,5	4:4
18.........	*b*	Id.	7,8	—0.18,18	—5.30,0	4:4
18.........	*b*	Id.	7,8	—0.18,60	—5.33,1	4:4
18.........	*b*	Id.	7,8	—0.18,98	—5.37,4	4:4

Planète Borrelly-Wolf.

Dates.		Étoiles.	Gr.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.
17.........	*c*	6017 BD — 5	9,7	+1.23,12	—5.37,9	6:5
17.........	*c*	Id.	9,7	+1.22,72	—5.41,6	6:5
18.........	*d*	Anonyme	11,5	+0. 3,58	—2.46,2	4:4
18.........	*d*	Id.	11,5	+0. 3,19	—2.49,4	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison apparente 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1892		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 17...	*a*	23.43. 1,59	+2,85	−6.23.52,6	+17,5	Rapportée à *b*
17...	*b*	23.42. 5,21	+2,85	−6.25.31,7	+17,5	Sjchellerup
18...	*b*	23 42. 5,21	+2,86	−6.25.31,7	+17,5	Id.
17...	*c*	23.29.37,22	+2,84	−5. 5.20,4	+16,9	Rapportée à *c*
18...	*d*	23.30. 5,24	+2,85	−5.14.27,4	+17,0	Id.
18...	*e*	23.27.54,39	»	−4.59.48,2	»	Lalande

Positions apparentes des planètes.

Planète Wolf.

Dates.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
1892	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 17...	11.20.39	23.42.41,13	$\bar{2}$,745	− 6.22.39,3	0,859
17...	11.40.48	23.42.40,41	$\bar{2}$,330	− 6.22.46,9	0,860
17...	11.48.48	23.42.40,13	$\bar{3}$,885$_n$	− 6.22.48,7	0,860
18...	12. 0.23	23.41.49,89	$\bar{2}$,310	− 6.30.44,2	0,860
18...	12.10.35	23.41.49,47	$\bar{2}$,578	− 6.30.47,3	0,860
18...	12.22.19	23.41.49,09	$\bar{2}$,762	− 6.30.51,6	0,860

Planète Borrelly-Wolf.

Dates.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
17...	12.45.53	23.31. 3,18	$\bar{1}$,035	− 5.10.41,4	0,852
17...	12.58.12	23.31. 2,78	$\bar{1}$,108	− 5.10.45,1	0,851
18...	11.30. 1	23.30.11,67	$\bar{2}$,066$_n$	− 5.16.56,6	0,854
18...	11.39. 2	23.30.11,28	3,638	− 5.16.59,8	0,854

» La première de ces planètes est de grandeur 11,5; la seconde, qui paraît identique à Érigone, a été signalée simultanément par M. Borrelly et par M. Max Wolf; elle est de grandeur 12,5. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une série récurrente de pentagones inscrits à une même courbe générale du troisième ordre.* Note de M. **Paul Serret.**

« 3. De là (¹) ces deux propositions : un pentagone plan quelconque 12345 et son premier pentagone dérivé 1′2′...5′ sont toujours inscrip-

(¹) Voir la Note insérée au *Compte rendu* de la séance précédente, p. 406.

tibles à une même courbe générale du troisième ordre; et le pentagone dérivé représente, par rapport à cette courbe, le *tangentiel* du proposé : $\overline{11'}$ est tangente à la courbe en $\dot{1}$; $\overline{22'}$ tangente en $\dot{2}$, etc.

» Réciproquement : si un pentagone 12...5 inscrit à une cubique se trouve accidentellement circonscrit à son pentagone tangentiel $t_1 t_2 \ldots t_5$, les deux pentagones, tangentiel et dérivé, se confondent.

» 4. Reprenons maintenant le pentagone initial 12345 et la série tout entière des pentagones dérivés, déduits linéairement les uns des autres comme il a été dit. Il s'agit de voir, en premier lieu, que tous ces pentagones se trouvent inscrits à une même courbe du troisième ordre, et que chacun d'eux représente, par rapport à cette courbe, le pentagone tangentiel du précédent.

» Supposons, à cet effet, la proposition établie pour les deux premiers termes 12...5, 1'2'...6' de la suite, conformément aux indications antérieures, et montrons que son évidence en résulte pour tous les autres.

» Dans cette vue, partons actuellement du pentagone 1'...5' et soit, dans une position inconnue, $1''_0 2''_0 \ldots 5''_0$ le pentagone tangentiel de 1'2'...5'.

» Ce nouveau pentagone sera d'abord inscrit à la courbe, comme celui d'où il dérive; mais je dis, de plus, qu'il se trouvera doublement inscrit à ce dernier 1'2'3'4'5' et au pentagone étoilé de mêmes sommets 1'3'5'2'4'.

» Et, en effet, 1', 2', ..., 5' étant reconnus déjà comme les tangentiels des points 1, 2, ..., 5, et $\dot{1}'$ se trouvant, par définition, au point de concours du côté 34 et de la diagonale opposée 52, la situation en ligne droite des groupes ponctuels

$$1',\quad 3,\quad 4;\qquad 1',\quad 5,\quad 2$$

entraîne, comme on sait, la situation en ligne droite de leurs tangentiels respectifs

$$1''_0,\quad 3',\quad 4';\qquad 1''_0,\quad 5',\quad 2'.$$

Mais déjà, et par définition,

$$1'',\quad 3',\quad 4';\qquad 1'',\quad 5',\quad 2'$$

sont en ligne droite; les points 1'', $1''_0$ coïncident : le deuxième pentagone dérivé et le deuxième pentagone tangentiel se confondent....

» 5. Pour établir, en second lieu, que l'un quelconque des pentagones P_i de la suite est en perspective avec le pentagone P_{i-2} qui le précède de deux rangs, le point de vue ou centre d'homologie étant situé sur la courbe,

prenons, par exemple, les polygones $P \equiv 12\ldots5$, $P'' \equiv 1''\ldots5''$ et soit ω la dernière trace de la courbe sur la conique $\dot{1}2\dot{3}4\dot{5}$.

» On sait qu'une conique variable étant menée par quatre points fixes d'une cubique, la droite qui réunit les deux derniers points d'intersection des deux courbes passe d'elle-même par un point déterminé de la cubique.

» Or si nous prenons ici comme coniques variables : 1° le système de deux droites $(\overline{24}, \overline{35})$; 2° la conique $(\dot{2}3\dot{4}5, \dot{1})$ menées, toutes deux, par les points 2, 3, 4, 5 regardés comme fixes, les cordes qui réunissent les deux dernières traces de chacune de ces coniques sur la courbe sont respectivement $\overline{3'4'}$ et $\overline{\omega 1}$. Les droites $\omega 1$ et $3'4'$ doivent donc se rencontrer sur la courbe. Mais la dernière trace de la droite $3'4'$ sur la courbe n'est autre que le point $1''$. La droite $\omega 1$ passe donc par $\dot{1}''$, ou la droite $1 1''$, par ω; et les pentagones P, P'' sont en perspective suivant $\dot{\omega}$; les pentagones P', P''' suivant $\dot{\omega}'$, etc.

» 6. Pour établir enfin que ces derniers points $\omega, \omega', \omega'', \ldots$ forment une nouvelle série tangentielle, il suffit de remarquer que, les points $1', 1''$, ω se trouvant déjà en ligne droite, leurs tangentiels respectifs $1', 1'''$, t_ω seront de même en ligne droite. Mais les pentagones P', P''' étant en perspective suivant ω', les points $1', 1'''$, ω' sont déjà en ligne droite, et le point ω' qui appartient à la courbe, comme le point t_ω, se confond avec lui.

» 7. Quelle est, pour $n = \infty$, la limite du $n^{\text{ième}}$ pentagone dérivé P_n^2?

» Les propriétés précédentes des pentagones de la série, associées à des considérations qui se présentent ici d'elles-mêmes, mais dont la rigueur ne semble pas assurée, paraissent mener à cette conclusion que les six séries tangentielles que nous venons de rencontrer

$$1, 1', \ldots, 1^{(n)}; \quad 2, 2', \ldots, 2^{(n)}; \quad \ldots, 5, ', 5 \ldots, 5^{(n)}; \quad \omega, \omega', \ldots, \omega^{(n)}$$

convergent simultanément, pour $n = \infty$, vers un seul et même point : l'un des points *sextactiques* de la courbe, avec lequel viendraient se confondre, à la limite, les divers sommets $1^{(n)}, 2^{(n)}, \ldots, 5^{(n)}$ du $n^{\text{ième}}$ pentagone dérivé, et le point correspondant $\omega^{(n)}$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la production de l'étincelle de l'oscillateur de Hertz dans un diélectrique liquide, au lieu de l'air.* Note de MM. **Sarasin** et **de la Rive**, présentée par M. Poincaré.

« Nous avons récemment essayé de plonger dans un liquide isolant les deux petites boules de 3^{cm} à 4^{cm} de diamètre, entre lesquelles s'opère la décharge du Ruhmkorff dans l'oscillateur hertzien, et nous avons trouvé qu'on obtient ainsi des effets plus intenses sur le résonateur.

» Le liquide employé en premier lieu a été l'huile d'olive. Un bocal cylindrique de 20^{cm} de diamètre est percé latéralement de deux ouvertures par lesquelles pénètrent les tiges horizontales de l'oscillateur, au travers de bouchons soigneusement assujettis; les deux petites sphères qui terminent les tiges sont ainsi immergées dans le liquide où se produit l'étincelle. Quand on augmente progressivement la distance explosive, la tension des deux bornes arrive assez promptement à sa limite, soit parce qu'elle est voisine de la tension maxima de l'inducteur, soit parce que l'étincelle circule autour du bocal de verre, au lieu de traverser la couche d'huile. Dans nos expériences, nous obtenons une étincelle d'un peu plus de 1^{cm}. Elle se produit régulièrement, accompagnée du son caractéristique, semblable à celui d'un choc, beaucoup plus intense que dans l'air.

» L'effet sur le résonateur est très notablement augmenté par cette disposition. Dans le voisinage de l'oscillateur, l'étincelle prend un véritable éclat; à la distance de 10^{m}, pour les résonateurs de grand diamètre, $0^{m},75$ et 1^{m}, elle reste encore bien lumineuse et visible de loin. Les interférences de la force électromotrice, par réflexion sur une surface métallique plane, donnent les mêmes résultats que lorsque la décharge de l'oscillateur a lieu dans l'air, c'est-à-dire qu'elles donnent la longueur d'onde propre au résonateur employé.

» L'huile se carbonise et perd sa transparence; mais si l'on emploie, comme nous le faisons, une capacité de deux litres, il n'y a pas trace d'échauffement : l'altération du liquide ne donne pas lieu à une altération d'intensité, en faisant fonctionner l'appareil pendant plus de vingt minutes. Cette constance, comparée à la diminution rapide dans l'air, à laquelle on doit remédier en essuyant fréquemment les boules, est un avantage notable.

» Nous avons remplacé l'huile soit par l'essence de térébenthine, soit

par le pétrole, et obtenu des résultats analogues. Seulement, quand on emploie ces liquides et en particulier le pétrole, il se produit une sorte d'ébullition, entre l'étincelle et la surface, qui pourrait peut-être provoquer une combustion. Il résulte de ces premiers essais que l'huile est préférable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'action du brome en présence du bromure d'aluminium sur les carbures à chaînes cycliques.* Note de M. **W. Markovnikoff.** (Extrait.)

« En poursuivant ses intéressantes recherches sur l'hydrocarbure C^7H^{14}, tiré de l'essence de résine, M. L. Maquenne a indiqué dans son dernier Mémoire (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1068) une réaction du brome, qui, en présence du chlorure d'aluminium, donne un dégagement abondant d'acide bromhydrique, quand on le fait agir sur cet hydrocarbure. Il a aussi remarqué que le même effet se manifeste avec l'hydrocarbure C^8H^{16} dérivé de l'acide camphorique, ainsi qu'avec les naphtènes du pétrole russe, d'où il conclut que c'est une réaction générale pour tous les carbures cycliques de la série C^nH^{2n}; mais les substances résultant de la réaction semblent ne pas avoir encore été étudiées.

» Nous pouvons confirmer cette conclusion, dans une forme encore plus large. M. Gustawson a montré (*Jahresber. der Chemie*, p. 522, 593, 1759; 1883) qu'une petite quantité de bromure ou de chlorure d'aluminium ajoutée au brome provoque une vive réaction avec les carbures de la série aromatique, donnant ordinairement des produits de substitution de forme cristalline. La formation facile et prompte de ces produits a permis d'envisager cette réaction comme qualitative pour ces hydrocarbures, même quand ils sont mélangés avec une grande quantité d'hydrocarbures de la série parafinique. ... Les travaux de plusieurs chimistes de notre laboratoire ont montré la généralité de la réaction pour tous les hydrocarbures C^nH^{2n}, à chaîne cyclique, que nous avons pu étudier; mais les résultats ne sont pas toujours les mêmes. Jusqu'ici elle a été presque exclusivement étudiée sur les naphtènes, c'est-à-dire sur les hydrocarbures qui contiennent la chaîne cyclique hexacarbonique et qui sont identiques aux hexahydrures des carbures aromatiques....

» La réaction peut être exprimée par l'équation générale

$$C^6H^{12-n}B^n + Br^{12-n} = C^6Br^{6-n} + 6BrH.$$

« Il est peut-être permis d'établir ici la règle suivante :

» *L'action du brome sur les naphtènes, en présence du bromure d'aluminium à la température ordinaire, se porte principalement sur les atomes d'hydrogène de la chaîne cyclique en le transformant en noyau de benzène, dans lequel tous les atomes d'hydrogène sont substitués par le brome, tandis que les chaînes latérales restent intactes.*

» Le naphtène le plus simple, ou l'hexahydrobenzène C^6H^{12}, présente une exception remarquable. M. Kijnere, en étudiant cet hydrocarbure, a trouvé que, dans les conditions que nous avons mentionnées, il ne donne pas d'hexabromobenzène, comme on pouvait s'y attendre, mais un autre produit bromé.

» Jusqu'à présent, nos recherches n'ont donné ces résultats que jusqu'à l'hydrocarbure C^9H^{18}. Toutes les tentatives pour obtenir un produit cristallin en partant de divers décanaphtènes $C^{10}H^{20}$, obtenus en partant du pétrole et du menthol ou de l'hydrate de terpine, ont échoué. Ces hydrocarbures donnent encore une réaction énergique avec le brome; mais on n'obtient que des corps résineux dont nous n'avons pu dégager aucune substance bien définie. Il est probable que la difficulté de la formation des produits cristallins s'accroît par la complication des chaînes latérales; le propylnaphtène nous a montré le premier exemple de ce genre de carbures.

» M. Tschitschibaline a préparé ce nouveau corps d'après la méthode donnée par M. Berthelot, en chauffant le propylbenzène avec l'acide iodhydrique. Traité par le brome et le bromure d'aluminium, cet hydrocarbure a donné très peu de produits cristallins, ayant comme point de fusion 230°; d'après l'analyse, la composition est $C^9H^9Br^3$...; c'est celle du tribromopseudocumène. Les recherches prochaines doivent décider si ce corps est vraiment le tribromopropylbenzène.

» Pour ce qui concerne les hydrocarbures qui ne contiennent que des méthyls, cette réaction donne de très bons résultats et peut servir à la détermination qualitative des naphtènes aussi bien que des carbures aromatiques.

» On l'exécute de la manière suivante : Dans une éprouvette qui contient $0^{gr},5$ de brome on laisse brûler une parcelle d'aluminium (0,0001); après le refroidissement du brome, on y ajoute 3 à 4 gouttes de l'hydrocarbure que l'on veut étudier. Aussitôt que le mélange commence à dégager en abondance l'acide bromhydrique, on verse le tout sur un verre de montre. Après l'évaporation de l'excès du brome, on remarque des cristaux microscopiques imprégnés d'un liquide huileux.... L'action du

brome, dans ces conditions, ne se borne pas toujours à la formation d'un bromure d'hydrocarbure aromatique correspondant; nous avons aussi constaté un cas de transposition des chaînes latérales. Ainsi l'octonaphtène, qui, d'après ses autres réactions, se comporte comme un hexahydrométadiméthylbenzène, donne toujours du tétrabromoparaxylène.

» Outre les naphtènes, le brome agit encore vivement, dans les conditions décrites, sur les dérivés de ces hydrocarbures; par exemple, sur leurs chlorures. Il est fort probable que cette réaction est applicable aux autres dérivés de la série naphténique; par exemple, aux acides naphténiques $C^nH^{2n-2}O^2$ tirés du pétrole russe, ou préparés par voie d'hydrogénation des acides aromatiques, comme nous l'avons déjà indiqué pour l'acide benzoïque.

» La réaction, en présence du chlorure d'aluminium, indiquée par M. Maquenne, doit être évidemment du même genre, si la présence du chlore n'influe pas sur les résultats en aidant à la formation des dérivés chlorobromés.

» Nous ajouterons que ce ne sont pas seulement les corps des séries aromatiques et naphténiques qui réagissent facilement en présence de $AlBr^3$. *Les hydrocarbures paraffiniques se comportent de la même manière;* les produits huileux qui en résultent feront l'objet de nos prochaines études. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le pouvoir rotatoire de la fibroïne.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Dans des Communications précédentes (*Comptes rendus,* 7 décembre 1891, 18 janvier 1892), j'ai montré que les éléments constitutifs de la soie du Bambyx mari, c'est-à-dire le *grès* et la *fibroïne,* agissaient sur la lumière polarisée. Cette constatation a été faite en examinant les solutions de grès de soie dans une liqueur aqueuse de soude caustique à 3 pour 100, et les solutions de fibroïne dans l'acide chlorhydrique pur à 22° $B^é$. Les déviations trouvées ont été calculées pour les éléments grès et fibroïne supposés à l'état solide.

» Mais on pouvait se demander si, sous la forme solide, le grès et la fibroïne devaient bien être considérés comme actifs, ou si tout au moins, par l'action des dissolvants employés, ils ne subissaient pas de décomposition. J'ai étudié ce côté de la question en ce qui concerne la fibroïne, qui forme la partie essentielle de la soie.

» L'examen optique de la fibroïne telle qu'elle existe dans les glandes du ver à soie, c'est-à-dire sous la forme semi-fluide, n'est pas possible. La matière n'a ni la transparence, ni la fluidité nécessaires. Je me suis donc attaché à étudier ces solutions chlorhydriques de fibroïne, optiquement actives. Ces solutions présentent les caractères suivants :

» Si l'on sature peu à peu l'acide chlorhydrique par une solution titrée de soude, en suivant la saturation au moyen du papier de tournesol, on observe qu'au voisinage du point de neutralité il se forme un abondant précipité blanc, semblable à la silice en gelée. Ce précipité fraîchement préparé est soluble dans un excès de soude.

» L'examen polarimétrique de la liqueur permet de suivre les progrès de la précipitation, et montre qu'à l'origine elle n'est jamais complète : la liqueur filtrée agit sur la lumière polarisée. Cependant, il arrive fréquemment que, au bout de vingt-quatre heures, la liqueur, séparée du précipité, s'est prise en gelée. En l'additionnant alors d'eau salée, en agitant et en filtrant, on obtient une solution qui ne dévie pas; la précipitation de la substance active a donc été complète.

» Il est donc possible de retirer par neutralisation la matière active sous forme solide; mais la précipitation est parfois incomplète, plus ou moins longue à réaliser, semblable à celle de la silice, de l'alumine, de l'oxyde d'étain, dans des conditions analogues.

» Une autre méthode m'a permis de réaliser complètement et sûrement la précipitation de la matière active.

» En additionnant de 100^{cc} d'alcool éthylique à 95°, 20^{cc} de solution chlorhydrique de fibroïne, on obtient immédiatement un précipité blanc, floconneux, semblable à la silice gélatineuse. En séparant le précipité par filtration, on constate que la liqueur alcoolique n'exerce plus aucune action sur la lumière polarisée, et ne laisse par l'évaporation aucun résidu.

» Le précipité est-il identique à la fibroïne initiale? Pour décider cette question, le précipité a été lavé à l'alcool pour éliminer l'acide en excès, puis séché à l'air. On a déterminé ensuite son *poids* à 115° (poids conditionné) ; on a constaté qu'il était $0^{gr},735$, le poids initial à la même température étant $0^{gr},744$.

» La *densité*, mesurée par la méthode que j'ai décrite (*Comptes rendus*, 14 mars 1892), est égale à 1,32, la densité de la soie décreusée initiale étant 1,33.

» Le précipité, séché à l'air, se comporte vis-à-vis des *dissolvants* et des *réactifs* comme la fibroïne. Notamment il est insoluble dans la soude étendue froide, décomposable par la soude concentrée à chaud. Il est soluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

» Le *pouvoir rotatoire* est le même dans la fibroïne et dans le précipité.

» Deux flattes de soie décreusée, de même poids, ont été dissoutes séparément dans

un même volume de HCl à 22°. Une de ces solutions, conservée comme type, donnait une déviation

$$[\alpha]_j = -42°1.$$

La deuxième solution a été précipitée par l'alcool; le précipité essoré a été repris par l'acide chlorhydrique et a fourni une solution dont la déviation était

$$[\alpha]_j = -43°2.$$

» La matière active précipitée par l'alcool des solutions chlorhydriques de fibroïne, enfin, *exerce sur les matières colorantes le même pouvoir absorbant* que la soie décreusée. J'ai constaté le fait, en opérant comparativement sur les matières colorantes suivantes, employées en solutions titrées : roccelline, bleu méthylène, fuchsine, carmin d'indigo, safranine.

» *En résumé*, la matière que l'on isole, par précipitation au moyen de l'alcool, des solutions chlorhydriques de fibroïne, est identique à la fibroïne elle-même; elle possède même poids, même densité, elle agit de la même façon sur la lumière polarisée et se comporte de même vis-à-vis des réactifs et des matières colorantes. Le pouvoir rotatoire que nous avons déterminé s'applique donc bien à la fibroïne, et non à des produits de décomposition de ce corps. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur le centre respiratoire bulbaire.* Note de MM. **J. Gad** et **G. Marinesco**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Presque de tout temps, les physiologistes ont fait jouer à la région bulbo-spinale le rôle principal dans le mécanisme de la respiration.

» Flourens, s'autorisant de recherches restées classiques, avait admis qu'il existe dans une région déterminée du bulbe, au niveau de la place marquée par la pointe du V de substance grise, et qu'il appelait le *nœud vital*, une partie dont la destruction entraînait immédiatement la mort de l'animal. Longet, qui refit des expériences analogues, arriva à des conclusions contradictoires.

» De son côté, M. Brown-Séquard a produit un grand nombre de faits expérimentaux, tendant à démontrer que le bulbe rachidien est le principal foyer d'inhibition de la respiration; la mort, qui suivait la lésion du nœud vital, était l'expression d'un phénomène d'arrêt.

» Pour Gierke, les impressions extérieures provenant du trijumeau, du pneumogastrique, etc., seraient recueillies par le faisceau solitaire du bulbe qui transmettrait des incitations en conséquence aux noyaux moteurs de la moelle.

» Mislawsky localise le centre respiratoire dans deux amas cellulaires situés de chaque côté du raphé, en dedans des racines de l'hypoglosse.

» Holm, en dernier lieu, considère le noyau dorsal du pneumogastrique comme le centre respiratoire.

» Il résulte, de ce court exposé, que les opinions des auteurs ne sont encore concordantes ni sur le siège, ni sur la nature du centre respiratoire bulbaire.

» Nos expériences ont été faites sur des chiens, sur des chats et sur des lapins, sur soixante-cinq animaux en tout.

» Nous employons de petites baguettes en verre, portées à une température élevée, à l'aide desquelles nous détruisions lentement et progressivement la région présumée du centre respiratoire, soit la moitié inférieure du plancher du quatrième ventricule ([1]). Cette méthode nous paraît avoir l'avantage : 1° d'éviter le shock traumatique, et réduire à son minimum l'action inhibitrice de l'excitation (contrairement à ce qui arrive dans le traumatisme expérimental adopté par la plupart des auteurs); 2° de permettre une exploration plus régulière et plus étendue de la région.

» Dès nos premières expériences, nous avons été frappés de constater que l'arrêt de la respiration et la mort survenaient, tantôt après des lésions extrêmement minimes, tantôt, au contraire, seulement à la suite d'altérations très étendues. Cette observation nous rendait compte de la divergence d'opinion des auteurs, en même temps qu'elle confirmait la valeur de la manière de voir défendue par M. Brown-Séquard.

» Nous sommes arrivés, au cours de nos expériences, à pouvoir détruire entièrement la plupart des diverses régions auxquelles on a attribué le rôle de centre respiratoire, sans que l'arrêt complet et permanent de la respiration s'en suivît. Chaque brûlure s'accompagnait d'un arrêt immédiat, mais en général très peu accusé de la respiration. Parfois cependant, il se produisait une suspension plus longue de la respiration; mais alors il suffisait, pour rétablir la fonction, soit de l'excitation de la peau, soit des

---

([1]) Les pièces provenant des animaux ont été soumises ultérieurement à un examen microscopique minutieux, qui a permis de déterminer la topographie exacte du traumatisme expérimental.

manœuvres manuelles de la respiration artificielle, soit de l'électrisation de la région bulbaire, que nous sommes arrivés à considérer ultérieurement, pour notre part, comme représentant le centre respiratoire, pour rétablir la fonction.

» Dans certains cas, nous avons cautérisé largement et profondément la région du nœud vital *de Flourens;* dans d'autres, nous avons détruit le faisceau solitaire des deux côtés (*Gierke*); nous avons aussi intéressé le centre de Mislawsky ([1]); enfin, nous avons enlevé sur toute leur étendue les noyaux dorsaux des pneumogastriques (*Holm*). Aucune de ces mutilations n'a entraîné l'arrêt définitif de la respiration.

» Toutefois, nous avons observé constamment que la destruction de cette partie de la substance grise, qui se trouve de chaque côté des racines de l'hypoglosse, représentant la plus grande partie de la substance réticulaire grise et blanche, entraînait l'arrêt irréparable de la respiration.

» Après avoir constaté ces résultats, dus à la destruction de cette région, nous avons cherché à déterminer les effets produits par la méthode de l'excitation. Nous avons observé à la suite de cette manœuvre, des modifications très nettes du rythme respiratoire. Celles-ci portent, et sur la fréquence du rythme respiratoire et sur son amplitude. Il est arrivé aussi que des excitations de même nature, mais appliquées sur des endroits très rapprochés de la région déterminée, ont provoqué des accès de toux. Il nous restait à rechercher quelles étaient les voies de transmission de ces amas cellulaires, aux noyaux moteurs de la moelle épinière. L'hémisection de la moelle entre la première et la troisième cervicale entraîne l'arrêt des mouvements respiratoires du même côté, et l'arrêt de la respiration devient complet, si chez l'animal ainsi mutilé on détruit le centre respiratoire du côté opposé : il résulte de là que les voies de transmission ont un trajet direct. A l'aide de diverses sections nous avons pu déterminer que ces voies siégeaient dans le faisceau réticulaire antérieur. D'un autre côté, la décérébration, non plus que l'ablation des tubercules quadrijumeaux, n'entraîne aucun trouble de la respiration; toutefois, si l'on pratique la section du cerveau par tranches, il se produit un arrêt respiratoire, lorsqu'on arrive au voisinage de l'origine des nerfs trijumeaux.

([1]) Il est à noter que, même chez le chat et chez le chien, les noyaux de Mislawsky ne constituent pas une masse continue de substance grise. Chez le lapin et chez l'homme les cellules correspondantes sont encore plus disséminées, aussi n'existe-t-il pas à l'égard de leur présence une différence essentielle entre la partie grise et la partie blanche de la substance réticulaire.

» En résumé, il résulte de nos expériences :

» 1° Que la destruction des divers noyaux bulbaires, considérés jusqu'ici par les auteurs et notamment par Flourens, Gierke, Mislawsky et Holm, comme des centres respiratoires, ne détermine pas, lorsqu'elle est faite dans certaines conditions, l'arrêt définitif de la respiration.

» 2° Qu'il existe dans la moitié inférieure du bulbe, dans une région située profondément, une masse cellulaire, dont la destruction détermine l'arrêt, et dont l'excitation entraîne des modifications caractéristiques de la respiration.

» 3° Cette région, que nous sommes portés à considérer comme jouant le rôle de centre respiratoire, ne représente pas une zone nettement circonscrite, mais est constituée par une association de cellules nerveuses disséminées de chaque côté des racines de l'hypoglosse.

» 4° Les voies centrifuges qui descendent dans la moelle sont directes, et occupent la zone réticulaire antérieure. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière électrique continue et discontinue sur la structure des arbres* (¹). Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« Les essais de culture déjà tentés à la lumière électrique ont eu surtout pour objet le développement général des plantes. Je me suis proposé, dans ce travail, de chercher quelles modifications de structure anatomique il est possible d'obtenir en soumettant des plantes à une lumière d'intensité sensiblement constante.

» Deux lots de plantes semblables étaient soumis, le premier à un éclairement électrique constant, le second au même éclairement de 6^h du matin à 6^h du soir et à l'obscurité de 6^h du soir à 6^h du matin; un troisième lot, en plein air, aux conditions ordinaires normales, servait de terme de comparaison.

» J'ai opéré dans le pavillon d'électricité des Halles centrales, à Paris. Par suite de la disposition du local mis à ma disposition, les plantes soumises à la lumière électrique continue ou discontinue se sont trouvées à une température sensiblement constante (13° à 15°) et dans un air dont le

(¹) Ce travail a été fait au *Laboratoire de Physiologie végétale* que j'ai installé dans le Pavillon d'électricité des Halles centrales. J'ai à remercier particulièrement le Conseil municipal de Paris et l'Administration municipale qui ont généreusement mis à ma disposition tout ce qui était nécessaire pour mes recherches.

renouvellement était assez lent. La lumière était produite par des lampes à arc, sous globe, et les plantes dont il est question dans cette Note se trouvaient placées dans une enceinte vitrée.

» Ces conditions de milieu ne permettaient pas de cultiver des espèces quelconques. Les espèces qui ont pu s'adapter à ce milieu sont surtout les plantes à bulbes, les Graminées issues de germination faite sur place, les plantes aquatiques submergées et les espèces ligneuses. Je donnerai aujourd'hui quelques résultats obtenus avec les arbres mis en expérience. (Pin d'Autriche, Pin silvestre, Hêtre, Chêne, Bouleau.)

» 1° *Comparaison entre l'éclairement électrique continu et l'éclairement normal.* — Les pousses des arbres éclairés à la lumière continue étaient très vertes, à feuilles moins serrées que dans l'éclairement normal et d'une consistance générale moins ferme. Au premier abord, il semblait qu'on voyait des pousses à la fois étiolées et riches en matière verte, mais on sait que dans les pousses étiolées à l'obscurité, les tiges sont en même temps plus épaisses et plus longues, tandis que les feuilles sont très réduites; ici, au contraire, les tiges avaient un diamètre à peu près égal à celui des plantes normales et les feuilles étaient de surface analogue, mais proportionnellement un peu plus longues.

» D'une manière générale, ces pousses, bien que riches en chlorophylle et assimilant avec intensité (ainsi que le démontrait un fort dégagement d'oxygène dans des expériences préalables) ont présenté dans leurs tissus une différenciation moins grande que les pousses normales.

» Certaines modifications dans la structure anatomique étaient tout à fait frappantes et plus grandes que celles qu'on observe naturellement dans les conditions les plus éloignées d'éclairement.

» C'est ainsi qu'une *feuille* du milieu de la pousse développée d'un Pin d'Autriche étant coupée en travers, si l'on compare cette coupe à celle correspondante de la feuille analogue normale, on peut noter les observations suivantes : l'épiderme est à parois minces et non lignifiées; l'assise sous-épidermique peu épaissie; le parenchyme cortical, bourré de grains de chlorophylle, est moins développé par rapport aux tissus centraux et ne présente pas dans les parois de ses cellules ces curieux replis si caractéristiques du genre Pin et qui sont très développés dans l'échantillon normal; les canaux sécréteurs ont un diamètre plus de deux fois plus petit et sont tout à fait rapprochés de l'assise sous-épidermique; les cellules de l'endoderme ressemblent presque à celles du péricycle qui les avoisinent; le tissu aréolé est moins net et les deux faisceaux, dont le bois et le liber sont bien différenciés, sont jusqu'à cinq et six fois plus écartés l'un de

l'autre que dans l'échantillon normal. Les feuilles du Pin silvestre, de l'Épicéa, ont présenté des modifications analogues; celles de Hêtre, de Chêne, de Bouleau ont montré, dans le tissu en palissade, l'épiderme, les stomates, une moindre différenciation que les feuilles comparables normales, tandis qu'elles ressemblaient à ces dernières par la structure de leur système conducteur.

» Pour la *tige*, si l'on examine la coupe transversale faite au milieu d'une pousse de Hêtre développée à la lumière électrique continue, et qu'on la compare à la coupe analogue faite sur une pousse similaire du même arbre croissant dans les conditions normales, on remarque ce qui suit. Les faisceaux libéro-ligneux sont aussi gros que dans la tige normale, mais restent très longtemps isolés les uns des autres; il y a absence complète du sclérenchyme péricyclique lignifié qui constitue, dans l'échantillon normal, un anneau continu très net et de forme caractéristique; la cuticule de l'épiderme est très mince, etc. Des changements de structure analogues peuvent être signalés chez les tiges de Chêne et de Bouleau. Les tiges de Pin et d'Épicéa ont présenté d'autres modifications plus ou moins semblables à celles notées chez les feuilles des mêmes arbres. Quant au diamètre de la moelle, qui augmente tant chez les tiges des plantes étiolées (¹), il n'est relativement pas plus grand chez les tiges croissant à la lumière continue.

» Une étude ultérieure des organes que je viens de citer, à un âge encore plus avancé, m'a montré qu'il ne s'agit pas, à la lumière continue, d'un simple retard dans la formation des tissus, mais bien d'une structure en réalité différente de celle observée à l'éclairement ordinaire.

» 2° *Comparaison entre l'éclairement électrique continu et l'éclairement électrique discontinu.* — Comparons maintenant, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, les plantes soumises à l'éclairement continu avec celles soumises exactement au même éclairement, mais plongées dans l'obscurité toutes les nuits pendant douze heures.

» Sans entrer dans des détails que ne comporte pas la longueur de cette Note, je dirai qu'on remarque chez les organes soumis à cette lumière discontinue une tendance très nette à se rapprocher par leur structure de ceux soumis aux conditions ordinaires. Cette dernière série de faits montre donc que ce n'est pas seulement la nature de la lumière employée, mais aussi sa continuité qui a influé sur la structure des végétaux.

(¹) RAUWENHOFF, *Snr les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité* (*Ann. des Sciences naturelles : Botanique*, 6ᵉ série, t. V, p. 266).

» Les plantes soumises à la lumière continue, qui assimilent sans interruption et toujours avec la même intensité, sont comme gênées pour l'utilisation et pour la différenciation ultérieure des substances assimilées. Cette différenciation ne peut se faire, en ce jour perpétuel, comme elle a lieu chez les plantes ordinaires pendant la nuit, même pendant l'obscurité relative des régions situées sous les latitudes élevées.

» *En résumé*, il résulte de ces expériences que :

» 1° On peut provoquer, par un éclairage électrique continu, des modifications de structure considérables dans les feuilles et les jeunes tiges des arbres.

» 2° On peut réaliser un milieu tel que la plante respire, assimile et transpire jour et nuit d'une manière invariable ; le végétal semble alors comme gêné par cette continuité et ses tissus ont une structure plus simple.

» 3° L'éclairage électrique discontinu (avec douze heures d'obscurité sur vingt-quatre) produit dans les divers organes une structure qui se rapproche plus de la structure normale que celle provoquée par la lumière électrique ininterrompue. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la découverte de la ligne sans déclinaison.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

« Dans la séance du 16 mai 1870, M. d'Avezac présentait à l'Académie des Sciences, un Volume renfermant les articles que le Père Bertelli, de Florence, avait publiés dans le *Bulletin des Sciences mathématiques et historiques du Prince Boncompagni*, afin d'établir les droits de Christophe Colomb à la découverte de la variation. Mais, tout en rendant hommage au talent de son savant correspondant, M. d'Avezac ne partageait pas son opinion; il pensait que la variation était connue avant Colomb. Cependant il ne considérait pas la question comme définitivement résolue, et il appelait, sur ce point important d'histoire scientifique l'attention des chercheurs.

» A l'occasion de la célébration du centenaire du voyage dans lequel Colomb aurait découvert la variation, la Bibliothèque nationale a organisé une exposition de Cartes géographiques antérieures ou contemporaines de ce grand événement. L'inspection de ces précieux documents paraît donner raison au Père Bertelli. En effet, même dans ceux où l'on cherche à résumer les découvertes de Colomb et de ses principaux continuateurs, la fleur de lis de la boussole paraît dirigée vers le vrai Nord. Mais il est

facile de montrer que cette circonstance ne saurait être considérée comme décisive.

» En effet, si on lit les historiens originaux qui ont raconté les voyages de Colomb, on voit que sa découverte consiste précisément à avoir reconnu que la boussole se rapprochait beaucoup plus de la Polaire, que dans la Méditerranée, et qu'elle finissait par l'atteindre, en arrivant vers le 30e degré de longitude sur le 28e parallèle, plusieurs jours après avoir perdu de vue Flores. L'étoile polaire étant considérée comme indiquant la situation du Nord, on voit que la découverte de Christophe Colomb est d'avoir reconnu que la variation était nulle à l'occident de la dernière des Canaries. Son mérite consisterait donc à avoir constaté l'existence d'une ligne sans déclinaison. C'est à peu près le sentiment de Humboldt dans son *Histoire de la Géographie du Nouveau Monde* (1) et de M. Harrisse dans son excellent ouvrage sur Christophe Colomb (2).

» Ce qui parut surprenant à Colomb et ce qui faillit porter la panique dans l'esprit des marins, c'est la rapidité avec laquelle la variation avait diminué. Ces gens, grossiers, ignorants, qui ne demandaient qu'un prétexte pour revenir sur leurs pas, auraient certainement déclaré qu'il était impossible de s'aventurer dans des régions où la boussole ne pouvait plus servir à rien, parce qu'elle s'affolait, si Colomb n'était venu au-devant de cette objection, en leur expliquant que l'étoile polaire avait changé de position, mais que la boussole avait gardé une direction analogue à celle qu'elle avait en Europe, de sorte qu'elle donnait toujours des indications sur lesquelles on pouvait compter pour naviguer sûrement.

» Le succès de cette ruse s'explique facilement, à une époque où le mouvement de la Terre n'était point connu; il fait grand honneur à la fécondité de l'imagination de Colomb, mais il sert à constater en même temps que le fait matériel de la variation n'était point ignoré.

» Si les cartes n'en faisaient pas mention, c'est probablement parce que cet angle était très mal déterminé et que les pilotes de la Méditerranée n'en faisaient point usage, au moins d'une façon régulière.

» La découverte inattendue de mouvements de la boussole plus grands que ceux que l'on avait observés jnsqu'alors, se produisait dans des circonstances remarquables. En effet, l'expédition arrivait dans la mer des Sargasses, la température avait baissé, et Colomb crut même que le rayon de la Terre avait diminué. Il s'imagina donc que la ligne sans déclinaison

(1) Tome III, p. 28.
(2) Tome I, p. 251 et 409.

formait comme une frontière naturelle entre les eaux appartenant à l'Europe et celles qui font partie du domaine de l'Asie, où il croyait aborder après une navigation dont il avait déterminé la longueur, avec une approximation qui se trouva assez satisfaisante.

» Lors de son retour, l'existence de la ligne sans déclinaison fut un des détails qui frappa l'imagination des savants.

» Lorsque le pape Alexandre VI fut invité à partager le monde idolâtre entre les deux couronnes rivales d'Espagne et d'Aragon, c'est une frontière scientifique que le suprême pontife voulut tracer entre les deux empires. Pour arriver à ce résultat, il ne pouvait mieux faire que de choisir une ligne, qui semblait coïncider avec des changements physiques si importants.

» Cette ligne, que le Pontife a tracée pour arrêter les conflits entre les deux puissances rivales, passe par le point où Colomb a fait son observation, mais Colomb ne tarda point à s'apercevoir lui-même qu'elle ne coïncide nullement avec un méridien astronomique, comme il le pensait très certainement lorsqu'il revint en Europe, et comme naturellement le pape le pensait d'après lui. En effet, dans ses voyages ultérieurs, Colomb reconnut deux autres points de cette ligne, qu'il recherchait pour se guider dans l'évaluation de la distance qui le séparait de l'Espagne. La dernière observation faite dans le troisième voyage lui montra qu'en descendant vers l'équateur jusqu'au $12^{\circ}\frac{3}{4}$ de latitude, on ne rencontrait plus la ligne sans déclinaison que par le 68e degré de longitude. Il mit donc en lumière l'existence d'une déviation considérable vers l'occident, de sorte que la découverte de la première ligne magnétique connue ne tarda pas à montrer que ces lignes n'ont rien de commun avec les méridiens terrestres, et que leur connaissance ne peut servir à déterminer les coordonnées géographiques du lieu.

» Cependant, l'espérance de faire servir l'étude de la variation à la mesure de la longitude des vaisseaux ne fut point abandonnée rapidement. Elle était partagée par le pilote de Magellan, dans son grand voyage de circumnavigation. La même illusion se retrouve dans l'*Ars magnetica* du Père Kircher, imprimé à Wurtzbourg, en 1631. Elle ne fut détruite que par le Mémoire donné par Halley, dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1683, et surtout par la carte magnétique qu'il publia en 1700. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'arc-en-ciel blanc.* Note de M. **Mascart**.

« La théorie que j'ai proposée, dans la dernière séance, doit subir une modification importante qui rend l'explication encore plus satisfaisante.

» La formule d'Airy représente l'amplitude de la lumière diffractée par la courbe méridienne de l'onde, mais chacun des éléments de cette méridienne remplace un fuseau perpendiculaire. Or la vibration émise par un fuseau est proportionnelle au premier arc élémentaire et l'intensité résultante au carré de cet arc, lequel est le produit de la longueur d'onde par le rayon de courbure du fuseau.

» Comme ce dernier est proportionnel au diamètre de la goutte, on doit multiplier l'expression (6) de l'intensité J par $2a\lambda$ et la diviser ensuite par λ^2, pour rétablir l'homogénéité, c'est-à-dire, finalement, par le rapport $\frac{2a}{\lambda}$, ce qui donne

$$J = j\frac{(2a)^{2+\frac{1}{3}}}{(h^2\lambda)^{\frac{1}{3}}}f^2(z).$$

» On voit ainsi que la fraction de lumière diffractée croît avec la réfrangibilité. L'ordonnée maximum de la courbe des intensités est plus grande pour le bleu que pour le rouge. Comme la déviation des rayons efficaces est plus grande pour le bleu, les deux courbes relatives à la première frange ont au moins un point d'intersection qui correspond à l'achromatisme approché; il est clair que les teintes seront très affaiblies dans toute l'étendue de cette frange s'il existe deux points d'intersection avant le premier minimum.

» Pour traduire cette condition par le calcul, il suffit de déterminer la variation de l'intensité J avec la longueur d'onde :

$$3\frac{dJ}{J} = -2\frac{dh}{h} - \frac{d\lambda}{\lambda} + 6\frac{f'(z)}{f(z)}dz.$$

» On déduit alors des équations (7)

$$3\frac{\lambda}{J}\frac{dJ}{d\lambda} = -(1+2PC) + 2\left(\frac{6C\tan I}{\rho - \rho_0 + \theta_0} - 2 - PC\right)\frac{zf'(z)}{f(z)}.$$

» L'achromatisme a lieu, sur la couleur de comparaison, pour la condition

$$\frac{f(z)}{f'(z)} = \frac{12\,C\tan I}{1+2PC}\left(\frac{12}{h}\right)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{1}{\lambda}\right)^{\frac{2}{3}}(2a)^{\frac{2}{3}} - \frac{2(2+PC)}{1+2PC}z,$$

ou, si l'on remplace les constantes par leurs valeurs relatives au premier arc-en-ciel,

$$\frac{f(z)}{f'(z)} = 0{,}4752(2a)^{\frac{2}{3}} - 3{,}311\,z.$$

» L'achromatisme se produit, au moins pour des couleurs voisines, en deux points de la première frange, avant et après le maximum principal, lorsque la droite représentée par le second membre de cette équation coupe l'axe des z avant le premier minimum, qui a lieu pour $z_1 = 2{,}4955$, c'est-à-dire lorsque le diamètre des gouttes est inférieur à

$$2a = \left(\frac{3{,}311\,z_1}{0{,}4752}\right)^{\frac{3}{2}} = 72^{\mu}{,}5.$$

» Lorsqu'il existe deux points achromatisés sur la frange principale, le rouge domine avant le premier et après le second, le bleu et le vert étant en excès dans l'intervalle. L'achromatisme le plus parfait doit avoir lieu quand ces deux points sont à égale distance du maximum principal; dans

ce cas, les valeurs correspondantes du paramètre sont voisines de 0,51 et 1,65 et la droite considérée coupe l'axe des z vers 1,36. Le diamètre des gouttes serait alors

$$2a = \left(\frac{3,311}{0,4752}\,1,36\right)^{\frac{3}{2}} = 29^{\mu},17.$$

» Avec des gouttes de 30^{μ}, l'arc-en-ciel paraîtra d'autant plus blanc que le diamètre apparent du Soleil fait évanouir l'excès de bleu intermédiaire aux points achromatisés ainsi que tous les arcs surnuméraires, par la superposition de plusieurs systèmes de franges, et il ne restera qu'une bordure extérieure légèrement teintée de rouge. Il en sera de même pour des gouttes un peu différentes, dans un sens ou dans l'autre, mais l'achromatisme persiste plus longtemps lorsque le diamètre diminue.

» L'observation des nuages et des brouillards a montré que le diamètre des gouttes varie de 6^{μ} à 100^{μ}, les dernières commençant à se résoudre en pluie ; les circonstances favorables à la production de l'arc-en-ciel blanc sont donc très fréquentes. »

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *Lieux d'origine ou d'émergence des grandes épidémies cholériques et particulièrement de la pandémie de* 1846-1849. Note de M. **J.-D. Tholozan**, transmise par M. Larrey.

« Je voudrais chercher à déterminer ici quelles sont les contrées où débuta la seconde pandémie cholérique, celle qui, après avoir traversé la Perse, envahit l'Europe et l'Amérique en 1847, 1848, 1849. Aucun examen sérieux de ce problème épidémiologique n'a été fait jusqu'à ce jour, et pourtant des documents dignes de foi existent, qui permettent d'en tenter la solution.

» Dans une Communication faite à la Société physico-médicale de Bombay, le Dr Arnott s'exprime comme il suit :

» A la fin de l'été 1844, les pays situés au nord de l'Hindoukouh furent dévastés par le choléra. Bokhara et Balkh perdirent environ 25000 habitants. Samarcande et Koundouz souffrirent aussi beaucoup. En s'avançant au sud-est, la maladie atteignit Bamian au commencement d'octobre, et Kaboul vers le 15 de ce mois. Le 8 novembre, l'épidémie s'était étendue à Djélalabad, et à la fin de novembre à Peshawer. En mars et avril 1845, le choléra était à Jhelun où, dans un seul régiment anglais, il y eut 500 décès. En mai, Lahore, 22000 décès. En juin, Amritsir, puis Firouzepour et Lou-

diana, dans la direction de l'Inde centrale. Sukkur, vers le sud, fut atteint le 15 juin. Hyderabad le 15 juillet, puis Tatta et Kurrachi (¹).

» Le Dr Arnott fut presque le témoin oculaire de ces événements. Il était dans le Sinde en 1844-1845 et, de là, il surveillait la marche de cette terrible épidémie, qui descendit l'Indus jusqu'à Kurrachi et, à l'est, s'étendit jusqu'à Delhi. Le témoignage d'Arnott est conforme aux documents inscrits dans les actes du Comité médical du Bengale. Le Dr Macnamara (²) rapporte que, à la fin de l'année 1844, le Comité s'étant préoccupé d'une maladie grave (la peste, disait-on) qui existait à Kaboul, l'agent anglais de la frontière répondit qu'il s'agissait du choléra, qui s'était avancé *d'un pas ferme* de Bokhara à Peshawer.

» Le 16 décembre, le résident de Kaboul, dans son Rapport, affirme que le choléra s'était avancé *régulièrement* de Bokhara à Peshawer, et que quelquefois il causait la mort en peu d'heures. Pendant l'hiver de 1844 à 1845 l'intensité du choléra diminua, mais il existait encore dans le pays des Yusufsaïs, la plus importante des tribus afghanes qui occupent les collines au nord et à l'ouest de Peshawer.

» Notre compatriote Ferrier, qui voyageait à cette époque dans l'Afghanistan, confirme ces témoignages et les complète :

» En septembre 1845, le choléra atteignit Candahar et s'étendit à Ferrah et au Sistan, sur les rives du Hilmend. Hérat fut envahi vers la fin d'octobre, Ferrier y entra en novembre. La maladie y arriva par le pays des Hézarehs, cruellement éprouvé (³).

» D'après une Note manuscrite de mon prédécesseur en Perse, Ernest Cloquet, le choléra sévissait déjà à Meched dans l'été de 1845.

» Tel est le résumé des faits sur lesquels je voudrais appeler l'attention de l'Académie. Leur importance n'échappera à personne. Il ne peut pas être question ici d'une provenance de l'Inde, puisque le choléra a marché du Turkestan sur l'Inde et a progressé dans cet empire de l'ouest à l'est, contrairement à la direction des épidémies qui partent dans l'Inde de l'aire endémique et se dirigent du sud-est au nord-ouest.

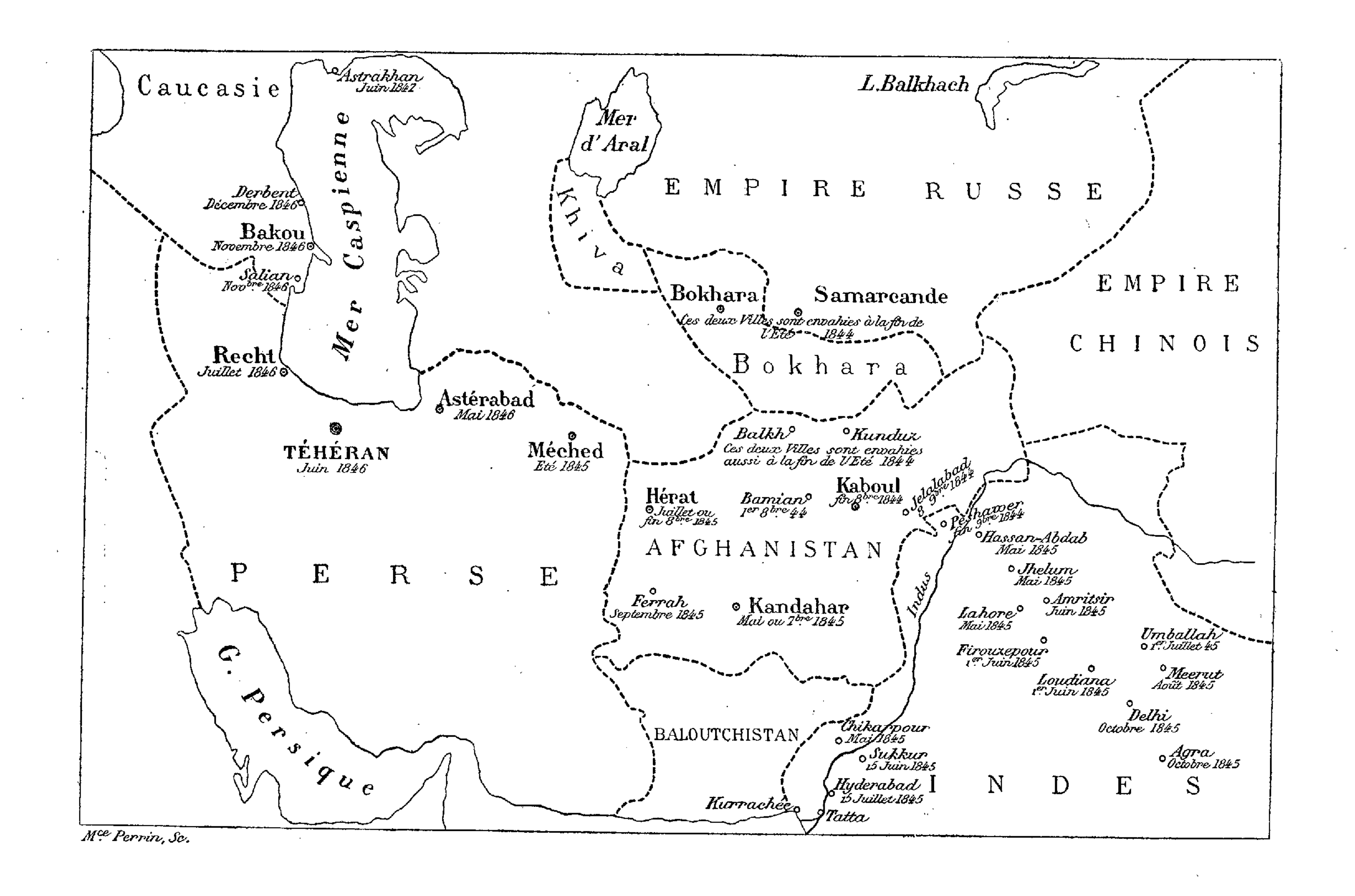
» Le diagramme ci-joint montre, avec assez d'exactitude, la situation

---

(¹) *Transactions de la Société physico-médicale de Bombay*, n° 11 ; nouvelle série.

(²) *On asiatic cholera*.

(³) Ces Tatares ou Mogols habitent les hauts plateaux du nord de l'Afghanistan (*Caravans journeys and Wanderings in Persia, Afghanistan*, 1857).


Caucasie
Astrakhan Juin 1842
Mer Caspienne
Derbent Décembre 1846
Bakou Novembre 1846
Salian Novbre 1846
Recht Juillet 1846
TÉHÉRAN Juin 1846
Astérabad Mai 1846
Méched Été 1845
Mer d'Aral
Khiva
EMPIRE RUSSE
L.Balkhach
EMPIRE CHINOIS
Bokhara
Samarcande
Les deux Villes sont envahies à la fin de l'Été 1844
Bokhara
Balkh
Kunduz
Ces deux Villes sont envahies aussi à la fin de l'Été 1844
Hérat Juillet ou fin 8bre 1845
Bamian 1er 8bre 44
Kaboul fin 8bre 1844
Jelalabad 8 9bre 1844
Peshawer fin 9bre 1844
Hassan-Abdab Mai 1845
AFGHANISTAN
PERSE
Ferrah Septembre 1845
Kandahar Mai ou 7bre 1845
Indus
Jhelum Mai 1845
Amritsir Juin 1845
Lahore Mai 1845
Firouzepour 1er Juin 1845
Umballah 1er Juillet 45
Loudiana 1er Juin 1845
Meerut Août 1845
Delhi Octobre 1845
Agra Octobre 1845
G. Persique
BALOUTCHISTAN
Chikarpour Mai 1845
Sukkur 15 Juin 1845
Hyderabad 15 Juillet 1845
Kurrachée
Tatta
INDES
Mce Perrin, Sc.

géographique des localités successivement atteintes, les distances respectives qui les séparent les unes des autres, et les dates d'invasion. La marche de l'épidémie de Bokhara dans l'Afghanistan, dans l'Inde et ensuite en Perse, sautera aux yeux.

» Il y a beaucoup d'autres exemples d'une marche *récurrente* du choléra. J'en ai observé moi-même, étape par étape, un cas remarquable, en 1867, sur la route de Téhéran à Héra. C'était le grand choléra de la Mecque en 1865 qui, après avoir envahi la Mésopotamie et la Transcaucasie, vint à Tauris, puis à Téhéran et, de là, suivit, de l'ouest à l'est, la route du Khorassan. Mais le cas sur lequel j'insiste ici est plus frappant, et il est peut-être unique dans la Science. Il nous montre le transport du fléau, d'un point de l'Asie centrale dans sa mère-patrie, et jusque sur les confins de l'*aire endémique*.

» La chronologie géographique de ce choléra avait besoin d'être bien déterminée. Cela demandait des renseignements précis et une étude préalable assez longue, que j'ai faite et que *je détaillerai dans un Mémoire spécial*. Plus j'avance dans ces études, que je poursuis depuis vingt-deux ans, et que l'Académie a daigné encourager en 1870, plus je suis convaincu que *les points d'émergence des épidémies cholériques doivent être considérés comme leur foyer d'origine*. L'idée de faire venir directement de l'Inde les différentes manifestations pandémiques de choléra qui ont désolé l'Europe ne peut plus se soutenir depuis longtemps. Pour l'Europe seule, deux exemples frappants sont venus, en 1852 et en 1869, donner un démenti formel aux théories qui n'avaient en vue, *comme danger de contamination*, que les provenances de l'Orient. L'épidémie de 1852 vint des confins de la Pologne et de l'Allemagne; elle y eut son point de départ. L'épidémie de 1869-1873 répéta les mêmes faits en Ukraine.

» Aujourd'hui que ces données ont pris place dans la Science, quelques esprits cherchent encore à en amoindrir la portée, en faisant remarquer que ces épidémies relevaient d'épidémies antérieures, parties de l'Inde. *Ce qui fait l'épidémie envahissante ou la pandémie, c'est la réviviscence du principe ou du germe cholérique, sa réviviscence complète avec tous ses attributs primitifs.* Cette réviviscence équivaut à une véritable éclosion, puisque, dans l'Inde même, ce sont des reviviscences semblables qui perpétuent l'endémie annuelle et les épidémies qui se montrent tous les trois, quatre ou cinq ans [1].

---

[1] *Origine nouvelle du choléra asiatique ou début et développement en Europe d'une grande épidémie cholérique*. Paris, 1871.

» C'est là le fait capital et primordial qui domine toute l'histoire du choléra. C'est sur lui que doivent porter les recherches micro-biologiques. Quelle différence de morphologie, de virulence, ou de faculté de reproduction y a-t-il entre les germes des épidémies qui s'éteignent sur place et ceux des épidémies qui se rallument quelquefois partout, et qui peuvent envahir le monde entier bien qu'elles ne partent pas de l'Inde? »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Application d'un système conventionnel de coordonnées rectangulaires à la triangulation des côtes de Corse.* Mémoire de M. **Hatt**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« Le réseau trigonométrique constitué pour le levé hydrographique des côtes de Corse décrit une courbe fermée; les vérifications que l'on est en droit de rechercher aux points de jonction de la chaîne sont condamnées d'avance, si l'on fait usage des coordonnées ordinaires obtenues par le rabattement successif de tous les triangles sur le plan de l'un d'entre eux. L'emploi du système conventionnel, qui transforme en coordonnées rectangulaires planes les coordonnées polaires comptées sur la sphère autour d'une origine, offrait de nombreux avantages et dut être préféré. La suppression de la sphéricité permet l'application des procédés de calcul dont il a été question dans une Communication précédente sur les coordonnées rectangulaires. Il était intéressant, à cet égard, d'essayer sur une échelle un peu plus grande des méthodes qui n'avaient été utilisées que pour la détermination de points secondaires. L'expérience a donné des résultats

---

Durée du choléra asiatique en Europe et en Amérique (*Gazette hebdomadaire de Médecine*. Paris, 1872).

Nouvelles preuves de l'origine européenne du choléra épidémique (*Gazette hebdomadaire*, 1873).

Considérations générales sur les points d'origine des grandes épidémies cholériques (*Gazette hebdomadaire*, 1873).

De la genèse du choléra dans l'Inde et de son mode d'origine (*Académie de Médecine*, 1875).

Le choléra indien devient-il stérile en Europe (*Académie de Médecine*, 1875).

Le choléra dans l'Inde, ses degrés, ses variétés (*Académie de Médecine*, 1885).

satisfaisants et permet de constater les avantages pratiques du système nouveau de coordonnées, ainsi que des méthodes de calcul.

» Je rappelle la définition de ces coordonnées. K étant la longueur de la ligne géodésique joignant un point à l'origine et Z l'angle de cette ligne avec une direction fixe, celle de la méridienne ou toute autre, on pose

$$x = \mathrm{K}\sin\mathrm{Z},\qquad y = \mathrm{K}\cos\mathrm{Z}.$$

» A une distance un peu plus grande de l'origine, les situations relatives de deux points ainsi définis sont altérées.

» J'ai indiqué, dans le Mémoire présenté en 1886, des formules permettant de transporter les axes parallèlement à eux-mêmes en un point quelconque.

» a et b étant les coordonnées de la nouvelle origine, x', y' celles du point (x, y) par rapport à cette nouvelle origine, on a

$$x' = x - a + dx',$$
$$y' = y - b + dy'.$$

» Les expressions données primitivement pour dx' et dy' peuvent être transformées de manière à faciliter le calcul. J'ai obtenu les valeurs suivantes :

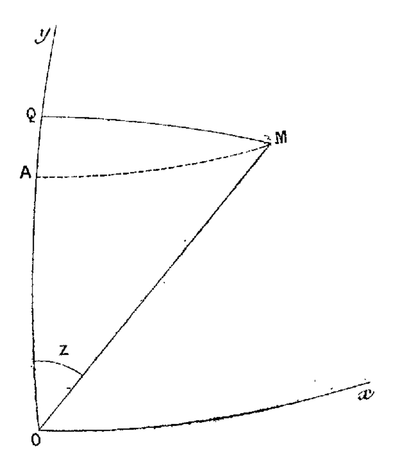
$$dx' = \frac{ay' - bx'}{6r^2}(b + 2y') = \frac{ay - bx}{6r^2}(2y - b),$$
$$dy' = \frac{bx' - ay'}{6r^2}(a + 2x') = \frac{bx - ay}{6r^2}(2x - a);$$

r est le rayon de la Terre. Les corrections dx' ou dy' varient proportionnellement à x' ou y' quand y ou x reste constant. Dans le sens perpendiculaire, les variations sont du deuxième degré. Ces propriétés peuvent être utilisées pour le calcul très rapide d'un Tableau de corrections, si l'on prend pour a et b des nombres entiers de myriamètres et si l'on fait varier x et y de 5 en 5 kilomètres.

» Les positions géographiques, longitude et latitude, s'obtiennent immédiatement au moyen des coordonnées x et y quand l'axe Oy est la méridienne de l'origine. Dans le Mémoire précité, j'ai montré que les expressions des distances MQ à la méridienne Oy et OQ du pied de l'arc perpendiculaire à l'origine étaient les suivantes

$$\mathrm{X} = \mathrm{MQ} = x\left(1 - \frac{y^2}{6r^2}\right),$$
$$\mathrm{Y} = \mathrm{OQ} = y\left(1 + \frac{x^2}{3r^2}\right);$$

r désigne le rayon moyen de la région. Soit H la latitude de l'origine, H' celle du point M et du point A défini par cette condition. Appelons σ la



longueur de l'arc AQ et p la longueur de l'arc de parallèle AM. Il est facile de démontrer qu'aux termes près du troisième ordre on a

$$\sigma = \frac{X^2 \operatorname{tang} H'}{2N'},$$

$$p = X + \frac{X^3 \operatorname{tang}^2 H'}{6N'^2},$$

N' étant la grande normale le long du parallèle AM.

» D'où résulte, en désignant par ρ_m le rayon de courbure moyen de l'arc OA, et par P et P' les longitudes de l'origine et du point M,

$$H' - H = \frac{Y - \sigma}{\rho_m \sin 1'},$$

$$P' - P = \frac{p}{N' \sin 1'' \cos H'}.$$

» Ces formules sont beaucoup plus simples que celles qui sont habituellement employées. L'avantage de la méthode consiste à évaluer les termes de correction en fonction de l'unité de longueur. On peut vérifier que jusqu'à 100^{km} de l'origine dans les deux sens, il suffit, à la latitude de 45°, de calculer les termes de correction avec le rayon moyen de la région. L'erreur la plus forte sur la valeur de σ atteint quelques centimètres. »

M. **J. Péroche** adresse une Note portant pour titre « Les glaces polaires ».

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

CORRESPONDANCE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel hydrocarbure, le subérène.* Note de M. **W. Markovnikoff.**

« Dans une Note sur les dérivés de l'heptaméthylène (*Comptes rendus*, t. CX, p. 446), nous avons indiqué que, parmi les divers produits qu'on peut préparer en partant du *subérone*, nous avons obtenu un hydrocarbure C^7H^{14}, en chauffant à 280° l'alcool subéronylique avec de l'acide iodhydrique fumant. Cet hydrocarbure a été pris pour de l'heptaméthylène

$$\left.\begin{matrix} CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ | \\ CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \end{matrix}\right\rangle CH^2,$$

parce que, d'après toutes ses réactions, le subérone doit être regardé comme analogue au camphre, ou plutôt au mentone, et sa formule est

$$\left.\begin{matrix} CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ | \\ CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \end{matrix}\right\rangle CO.$$

» Mais nous avons dit alors que le point d'ébullition et le poids spécifique de cet hydrocarbure (98°-101°, et 0,7791 pour 100) étaient très voisins de ceux de l'heptanaphtène (100°-101°, et 0,7788 pour 100) et de l'hexahydrotoluène de M. Wreden (97°, et 0,772 pour 100).

» Les recherches qui ont été exécutées dans notre laboratoire par MM. Spindler et Negovoroff [1], sur la transformation des heptanaphtènes à divers points d'ébullition en pentabromotoluène, semblent avoir démontré l'identité de cet hydrocarbure avec l'hexahydrotoluène. Il était intéressant, par exemple, d'examiner comment l'hydrocarbure provenant du subérone se comporte avec le brome et le bromure d'aluminium.

» Les résultats que nous avons obtenus en étudiant cette question sont

---

[1] Voir la Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 440.

tellement imprévus, que nous n'hésitons pas à les communiquer ici, avant que notre travail plus détaillé sur les dérivés du subérone soit publié.

» L'hydrocarbure que nous supposons être de l'heptaméthylène ne donne pas de cristaux avec le brome en présence du bromure d'aluminium, si on ne les fait réagir que quelques instants; mais le corps cristallin se forme toujours quand les substances réagissent pendant quelques jours, dans un tube scellé. Après épuration à l'aide de l'éther de pétrole et après cristallisation dans le benzène, il faut recourir à la sublimation lente pour obtenir un corps tout à fait pur. Son point de fusion, — 283°, et ses autres propriétés, ainsi que l'analyse, nous ont montré que ce corps était le *pentabromotoluène*.

» La transformation en pentabromotoluène et la conformité des propriétés physiques démontrent que cet hydrocarbure est identique à l'hectanaphtène, respectivement à l'hexahydrotoluène. On pourrait en conclure que la substance mère dont cet hydrocarbure dérive, le subérone, est aussi un dérivé de l'heptanaphtène; mais une pareille conclusion pourrait être prématurée.

» Dans le cours de nos recherches sur les naphtènes, nous avons remarqué plusieurs fois que l'action de l'acide iodhydrique à température élevée est plus compliquée qu'on ne le pense ordinairement.

» On pouvait s'attendre à une isomérisation sous l'influence de l'acide iodhydrique, ou peut-être plutôt de l'iode à température élevée. L'essai suivant a complètement confirmé cette supposition. Si l'on fait agir pendant quelques jours l'iodure de subéronyle pur sur le zinc, en y ajoutant de l'acide chlorhydrique en petites portions, l'iodure est entièrement réduit et transformé en un hydrocarbure, qu'on distille à l'aide de la vapeur d'eau. Pour le débarrasser d'un hydrocarbure non saturé, dont il contient environ $\frac{1}{6}$ de son poids, il faut y ajouter, jusqu'à la décoloration, du brome dissous dans du bromure de sodium, et le distiller avec de l'eau jusqu'à ce que les gouttes huileuses commencent à tomber dans l'eau. Cette opération doit être répétée une ou deux fois; puis on distille l'hydrocarbure avec un déphlegmateur sur du sodium métallique. Le liquide passe ordinairement entre 116° et 122°; il est facile d'obtenir une substance ayant un point d'ébullition constant 117° (Bar. $= 743^{mm}$). La densité de cet hydrocarbure est 0,8253. Elle est sensiblement plus grande que celle de l'heptanaphtène, et même plus grande que celle trouvée par M. Oglobline et moi pour le mononaphtène (0,7808) dont le point d'é-

bullition est 135°-136° (*Annales de Chimie et de Physique*, VIe série, t. II, p. 452).

» Cet hydrocarbure réagit facilement sur le brome mélangé de bromure d'aluminium. Après douze heures, on le trouve complètement transformé en une masse cristalline. Les petites aiguilles, lavées avec de la potasse caustique, deviennent tout à fait blanches; après deux cristallisations dans du benzène chaud, nous avons de nouveau obtenu une substance dont le point de fusion est 283° et qui présente toutes les autres propriétés caractéristiques du pentabromotoluène.

» L'analyse a donné :

	La formule $C^6Br^5CH^3$ exige :
C — 10,35 pour 100	C — 17,25 pour 100
H — 0,70 pour 100	H — 0,62 pour 100
Br — 82,20 pour 100	Br — 82,11 pour 100

» Les conditions de la préparation de ce nouvel hydrocarbure ne donnent aucune indication sur la possibilité d'une isomérisation au moment de sa formation. Le point d'ébullition élevé et la densité indiquent que cet hydrocarbure appartient à une série dont les représentants ont jusqu'à présent été inconnus. Nous l'appellerons provisoirement *subérène*.

» Si ce corps est vraiment l'heptaméthylène cherché, nous avons, dans ce cas, le premier exemple indubitable d'une transformation de la chaîne cyclique heptacarbonique en une chaîne hexacarbonique, sous l'influence du bromure d'aluminium. Cette réaction a encore une autre importance : elle prouve combien il faut être circonspect quand on veut tirer des conclusions sur la constitution des corps peu connus, en se fondant sur des réactions peu étudiées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la pipéridine et de la pyridine sur les sels halogénés de cadmium*. Note de M. **Raoul Varet**.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 325), j'ai étudié l'action de la pipéridine sur les sels d'argent, et comparé les résultats obtenus à ceux qui m'avaient été fournis par la pyridine. J'ai poursuivi ces recherches, en examinant l'action des mêmes bases sur quelques sels halogénés de cadmium.

» I. *Chlorocadmiate de pipéridine.* — On laisse en contact pendant quinze jours, à une température voisine de 25°, la pipéridine en excès, additionnée de chlorure de cadmium sec et finement pulvérisé. Ce dernier augmente considérablement de volume et se transforme en une poudre blanche, amorphe, qui, séchée entre des doubles de papier, répond à la formule

$$CdCl^2.2C^5H^{11}Az.$$

C'est un corps très peu soluble dans la pipéridine, décomposable par l'eau et altérable à l'air.

» II. *Bromocadmiates de pipéridine.* — A. Dans de la pipéridine, on projette peu à peu du bromure de cadmium sec et on laisse en contact quinze jours, à une température de 25°. Le bromure de cadmium perd l'aspect amorphe qu'il avait pris d'abord, pour se transformer en jolis petits cristaux blancs, brillants, assez durs au toucher. Essorés entre des doubles de papier, ils répondent à la formule

$$CdBr^2.2C^5H^{11}Az.$$

Cette combinaison est décomposée par l'eau, avec production d'un précipité blanc qui, lavé à l'eau bouillante, présente les caractères d'un oxybromure de cadmium.

» B. Quand, dans de la pipéridine légèrement chauffée, on dissout jusqu'à saturation du bromure de cadmium sec, et que l'on abandonne la solution dans un endroit froid, on obtient des cristaux répondant à la formule

$$CdBr^2.3C^5H^{11}Az.$$

Corps altérable à l'air; peu soluble dans la pipéridine.

» III. *Iodocadmiates de pipéridine* — A. Dans la pipéridine, on projette de l'iodure de cadmium, par petites quantités. Il y a dissolution et la liqueur s'échauffe. La solution filtrée encore chaude, pour séparer l'excès de CdI^2, abandonne des petits cristaux transparents qui, essorés entre des doubles de papier après être restés en contact avec la liqueur mère pendant quinze jours, à une température de 25°, répondent à la formule

$$CdI^2.2C^5H^{11}Az.$$

L'eau décompose ce corps, avec formation d'un précipité qui, lavé à l'eau bouillante, ne laisse que de l'oxyde de cadmium.

» B. En opérant à basse température, on obtient des cristaux répondant à la formule

$$CdI^2.3C^5H^{11}Az.$$

» IV. *Chlorocadmiate de pyridine.* — La pyridine, en agissant pendant quinze jours, à 25°, sur le chlorure de cadmium sec et finement pulvérisé, ne m'a fourni qu'une combinaison déjà signalée. Elle a pour formule

$$CdCl^2.2C^5H^5Az.$$

» V. *Bromocadmiate de pyridine.* — Dans les mêmes conditions, j'ai obtenu avec le bromure de cadmium le composé

$$CdBr^2.6C^5H^5Az.$$

» VI. *Iodocadmiate de pyridine.* — L'iodure de cadmium, laissé en contact pendant deux semaines avec un excès de pyridine et agité fréquemment, perd peu à peu l'aspect amorphe qu'il avait pris, pour se transformer en une poudre cristalline répondant à la formule

$$CdI^2.6C^5H^5Az.$$

» C'est un corps très altérable à l'air. Il exhale une forte odeur de pyridine.

» *Résumé.* — 1° La pipéridine, agissant sur les sels halogénés de cadmium à la température de 25°, donne les combinaisons

$$CdCl^2.2C^5H^{11}Az, \quad CdBr^2.2C^5H^{11}Az, \quad CdI^2.2C^5H^{11}Az.$$

» 2° A basse température, on obtient les composés :

$$CdBr^2.3C^5H^{11}Az, \quad CdI^2.3C^5H^{11}Az.$$

» 3° A la même température de 25°, la pyridine fournit les combinaisons :

$$CdCl^2.2C^5H^5Az, \quad CdBr^2.6C^5H^5Az, \quad CdI^2.6C^5H^5Az.$$

» Le bromure et l'iodure de cadmium fournissent donc, dans chacun des cas considérés, des combinaisons répondant aux mêmes formules.

» Le chlorure de cadmium engendre des composés du même type, avec les deux bases examinées. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note intitulée « Remarques sur l'ancienne arithmétique chinoise ».

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 septembre 1892.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Tome XVI, août et septembre 1892.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapports du Jury*

international, publiés sous la direction de M. Alfred Picard. — Groupe VIII : *Agriculture, viticulture et pisciculture,* Classes 73 *bis* à 77. Groupe IX : *Horticulture,* Classes 78 à 83. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Un chapitre de grammaire à l'usage des botanistes, par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1892; br. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XVIII, fasc. I. Turin, Hermann Loescher, 1892; 1 vol. in-8°.

Pennsylvania, Geological Survey, 1891. *Atlas southern anthracite field.* Part IV, V and VI; 3 vol. in-8°.

Bulletin of the philosophical Society of Washington, vol. XI, *with the constitution, rules and lists of officers and members.* Washington, 1892; 1 vol. in-8°.

Missouri botanical garden third annual Report. St-Louis, Mo..., 1892; 1 vol. in-8°.

The american ephemeris and Nautical Almanac for the year 1895. Washington, 1892; 1 vol. in-4°.

Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie, 1re année, 1891, par A. Klossovski, vol. II. Odessa, 1892; 1 fasc. in-4°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Serie seconda, vol. XI, Parte III, 1889. Roma, 1892.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 septembre 1892.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, quatrième série, tome VIII, année 1892, fasc. n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-4°.

Annales agronomiques, tome XVIII, n° 9. Paris, Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France, t. CXXXIV. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie, tome II, fasc. IV; tome III, fasc. I. Paris, Baudry, 1892; 2 fasc in-4°.

Considérations sur le tour d'horizon, par M. Hatt, Ingénieur-Hydrographe.

Paris, Imprimerie nationale, 1892; broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de La Grye.)

Delle vigne e della cantina del senatore Devincenzi, i cui vini conseguirono il gran premio nazionale dei vini da Pasto. Roma, Forzani, 1892; 1 fasc. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers; with other selected and abstracted Papers, vol. CX. London, 1892; 1 vol in-8°.

Results of observations of the fixed stars made with the meridian cercle at the Government Observatory Madras in the years 1874, 1875 *and* 1876. Madras, 1892; 1 vol in-4°.

Nova acta Academiæ cæsareæ Leopoldino-carolinæ germanicæ naturæ Curiosorum, t. LIV, LV, LVI. Halle, 1890; 3 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 12 septembre 1892.)

Note de M. *R. Liouville,* Sur un problème d'Analyse qui se rattache aux équations de la Dynamique :

Page 403, ligne 12 en remontant, *au lieu de* ils s'appliquaient, *lisez* et s'appliquaient.

Page 405, ligne 11, *au lieu de* $\frac{-1}{X_2 + X_{m+1}^2}$, *lisez* $\frac{-1}{X_m^2}$.

Même page, ligne 3 en remontant, *au lieu de* infiniment plus grande, *lisez* infiniment grande.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

CORRESPONDANCE.

M. **H. Filhol** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *de Quatrefages*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Borrelly, faites à l'Observatoire d'Alger* (équatorial coudé), par MM. **Rambaud** et **Sy**; communiquées par M. Tisserand.

			Astre — Étoile.		Nombre	
Dates.	Étoile.	Gr.	ΔÆ.	ΔⒹ.	de compar.	Obs.
1892			m s	' "		
Sept. 18...	Lalande, n° 46137	7,5	+2.14,74	−17.26,3	10:10	S.
19...	Id.	7,5	+1.25,66	−24.49,9	10:10	S.
19...	Id.	7,5	+1.25,20	−24.55,7	10:10	R.

Positions de l'étoile de comparaison.

Dates.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorité.
1892	h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 18.......	23.27.54,49	+2,74	−4.59.48,1	+16,9	Lalande, n° 46137
19.......	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates.	Temps moyen d'Alger.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
1892	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 18...	11.35.39	23.30.11,97	$\bar{3},402_n$	− 5.16.57,5	0,772
19...	9.25.11	23.29.22,89	$\bar{1},399_n$	− 5.24.21,1	0,765
19...	9.40.22	23.29.22,43	$\bar{1},349_n$	− 5.24.26,9	0,767

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les considérations d'homogénéité en Physique et sur une relation entre la vitesse de propagation d'un courant, la capacité et le coefficient de self-induction de la ligne.* Note de M. C. CLAVENAD.

« La lecture de la Note de M. Vaschy, insérée dans les *Comptes rendus* (t. CXIV, 13 juin 1892, p. 1416), m'a suggéré quelques observations.

» L'auteur suppose, entre les quantités v, vitesse de propagation du courant, ρ, γ, λ, résistance, capacité, self-induction, rapportées à l'unité de longueur; E, force électromotrice, une relation telle que

$$f(v, E, \rho, \gamma, \lambda,) = 0.$$

» Il compose arbitrairement l'expression $v = \sqrt{\gamma\lambda}$ et remplace la relation précédente par

$$\varphi(v, E, \rho, \gamma, v\sqrt{\gamma\lambda}) = 0,$$

dans laquelle $v\sqrt{\gamma\lambda}$ a des dimensions nulles; v, E, ρ, γ des dimensions indépendantes entre elles, dit-il. Or il est facile de voir que ce raisonnement doit être inexact, car il s'appliquerait également si, au lieu et place de $v\sqrt{\gamma\lambda}$, on mettait $v\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$, qui a également des dimensions nulles.

» Au surplus, γ et ρ n'ont pas des dimensions indépendantes entre elles

et, par conséquent, on ne peut les prendre l'un et l'autre comme grandeurs fondamentales.

» Enfin, la forme $v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$ est inadmissible et doit être remplacée par $v = A\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$ (A constante), ainsi qu'il va être expliqué.

» On peut, en adoptant, comme grandeurs fondamentales, la longueur, le temps et une grandeur électrique ou magnétique quelconque, former un système d'unités qui, en prenant pour cette dernière la force électromotrice E, par exemple, sera

$$Q = \frac{ET^2}{L}, \qquad I = \frac{ET}{L}, \qquad E = E, \qquad R = \frac{1}{T}, \qquad Q_1 = IL.$$

» Entre la longueur l de la ligne, le temps t de la propagation du courant d'un bout à l'autre de cette ligne, et les quantités e (force électromotrice), γ (capacité par unité de longueur) et λ (coefficient de self-induction par unité de longueur), on admettra qu'il existe une relation

$$(a) \qquad f(l, t, e, \gamma, \lambda) = 0.$$

» Cette relation ne peut contenir à la fois γ et ρ, puisque, entre ces deux grandeurs, existent les relations de dimensions suivantes

$$\Gamma = \frac{Q}{E} = \frac{IT}{E} = \frac{T}{P} \qquad (\Gamma \text{ et } P \text{ correspondent à } \gamma \text{ et } \rho),$$

et que, quand γ est donné, ρ en résulte en fonction de t, et réciproquement.

» Or, dans le système donné plus haut, γ et λ satisfont respectivement aux équations des dimensions suivantes

$$(b) \qquad \Gamma = \frac{T^2}{L^2}, \qquad \Lambda = 1.$$

» L'équation (a), qui doit être indépendante du choix des unités fondamentales, doit donc se réduire à une autre telle que

$$\varphi\left(\frac{\gamma t^2}{l^2}, \frac{\lambda}{1}\right) = 0.$$

» Or cette dernière s'obtient très simplement, car l'équation des dimensions $\frac{\Gamma L^2}{T^2} = \Lambda$, qui résulte des équations (b), correspond à l'équation sui-

vante

$$\gamma \frac{l^2}{t^2} = A^2 \lambda;$$

d'où

$$\frac{l^2}{t^2} = v^2 = A^2 \frac{\lambda}{\gamma}$$

et enfin

$$v = A \sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}.$$

» Cette dernière formule doit être substituée à la formule inexacte $v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$ qui ne cadre pas avec les hypothèses faites.

» Il appartient à l'expérience seule de la vérifier.

» Pour l'établir, on a effectivement admis que telles ou telles grandeurs entraient en jeu, à l'exclusion de telles ou telles autres. C'est là une supposition gratuite. Il ne faudrait donc pas, comme on le fait dans la Note susvisée, donner aux conclusions que l'on tire de l'homogénéité un caractère trop absolu.

» Si l'expérience vérifie cette formule, les hypothèses faites seront admissibles, et seulement dans ce cas. Une formule ne renferme jamais que les hypothèses qu'on y a mises. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrique.* Note de M. **E. Cohn**. (Extrait.)

M. Cohn adresse une réclamation de priorité, relative à la Communication faite par M. Bouty (*Comptes rendus,* 7 mars 1892, t. CXIV, p. 533), sous le même titre. Il fait observer que la même question avait été traitée par lui, en collaboration avec M. L. Arons, dans un Mémoire qui a été publié en 1866 (*Wiedemann's Annalen*, t. XXVIII, p. 454 à 477) et dont M. Bouty a donné lui-même une excellente analyse (*Journal de Physique,* 2e série, t. VI, p. 546). La méthode est la même, sauf quelques détails insignifiants, et les conclusions sont strictement les mêmes.

Quant à la question de l'eau distillée, M. Cohn l'a également attaquée, en 1889 (*Wied. Ann.*, t. XXXVIII, p. 42), par la même méthode *directe,* qui n'a pas donné de résultats à M. Bouty.

PHYSIQUE. — *Évaporation comparée des solutions de chlorure de sodium, de chlorure de potassium et de l'eau pure.* Note de M. **Pierre Lesage.** (Extrait.)

« ..... *En résumé,* toutes choses égales d'ailleurs et dans les limites de mes expériences :

» 1° L'eau pure s'évapore plus rapidement que les solutions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium;

» 2° Les solutions de KCl ont, à même concentration, une vitesse d'évaporation plus grande que celles de NaCl.

» Ces résultats sont confirmés par l'étude des tensions de vapeur des solutions salines. En effet, d'après les expériences de Babo et de Wülner, on sait que « la tension de la vapeur dégagée par une solution saline « est inférieure à la tension de la vapeur d'eau pure, à température « égale » (¹). Dans les Tableaux que fournit Wülner (²), et où il donne la diminution de tension de vapeur sur celle de l'eau pure des dissolutions de KCl et de NaCl, à la même température et pour des concentrations égales, on trouve, d'une façon continue, des nombres plus élevés pour le NaCl que pour le KCl. Ceci veut dire que la tension de vapeur des solutions de NaCl est plus faible que celle des solutions de KCl, à température égale, et pour les mêmes concentrations.

» Ces données permettaient de prévoir ce que j'ai tiré de mes expériences. Cependant, j'ai cru utile de faire ces expériences, dont les résultats devaient être suffisamment vérifiés pour m'autoriser à les appliquer aux recherches que j'ai entreprises. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un bois fossile contenant du fluor.* Note de M. **T.-L. Phipson.**

« A propos de la Note publiée en juillet dernier dans les *Comptes rendus,* par M. Adolphe Carnot, et intitulée : *Sur la composition des osse-*

(¹) *Cours de Physique* de Jamin, 4ᵉ édition, t. II, p. 231.

(²) Wulner, *Versuche über die Spannkraft des Wasserdampfes aus wässerigen Salzlösungen* (*Ann. de Poggendorff,* 1858, t. CIII, p. 542 et 545).

ments fossiles et la variation de leur teneur en fluor dans les différents étages géologiques, j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie que j'ai fait l'analyse, il y a trente ans, d'un bois fossile de l'île de Wight, qui m'a donné 32,45 pour 100 d'acide phosphorique et 3,90 de fluor.

» Ce bois fossile avait les caractères suivants : couleur brune; structure du bois; sectile; densité 2,71; gisement dans le grès (crétacé) de l'île de Wight.

» L'échantillon, dont une partie a été analysée, pesait plus de 2^{kg}. D'après l'analyse complète, il paraît avoir été fossilisé par le phosphate de chaux et le spath fluor. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Identité de la cascarine avec la rhamnoxanthine.* Note de M. **T.-L. Phipson.**

« La substance jaune, cristalline, appelée *cascarine,* trouvée par M. Leprince (*Comptes rendus* de la séance du 1er août 1892) dans le *Cascara sagrada* (*Rhamnus prushiana*), est évidemment identique avec celle que j'ai extraite de l'écorce du *Rhamnus frangula* en 1858 (*Journal de la Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles*) et à laquelle j'ai assigné plus tard (*Chem. News,* Londres) la composition : $C^{12}H^{5}O^{5}$.

» Ces deux substances possèdent exactement les mêmes caractères et la même composition centésimale. J'ai extrait la rhamnoxanthine par l'action du sulfure de carbone sur le bois des paniers à beurre venant à Paris de la Bretagne, en 1858; déjà en 1853, M. Buchner, de Munich, avait extrait la même substance de l'écorce de la racine de la bourdaine (*R. frangula*) et lui avait donné le nom de *rhamnoxanthine.* Depuis la publication de mon travail, cette substance a été l'objet d'un grand nombre de recherches, de la part de plusieurs chimistes distingués. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une globuline respiratoire contenue dans le sang des Chitons.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« Le sang des *Chitons* est un liquide jaune, mais le pigment jaune est une lutéine ou lipochrome; il n'a pas de fonction respiratoire.

» Ce sang contient aussi une globuline respiratoire, ne renfermant pas de métal dans sa molécule; c'est une substance incolore, qui possède les mêmes propriétés d'oxygénation et de désoxygénation que l'hémoglobine, l'hémocyanine, la pinnaglobine, la chlorocruorine et les autres substances respiratoires du sang des Invertébrés.

» J'ai déterminé la composition approximative de cette globuline; la méthode qui m'a permis de l'extraire du sang a déjà été décrite (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 840). La moyenne de quatre analyses m'a conduit à la formule brute

$$C^{621}H^{814}Az^{175}SO^{169}.$$

» La globuline existe à deux états : chargée d'oxygène actif, ou non chargée de ce gaz.

» Lorsqu'elle est chargée d'oxygène, c'est une substance incolore. J'ai trouvé que 100^{gr} de cette globuline absorbent 120^{cc} d'oxygène, à 0° et 760^{mm}, et 281^{cc} d'acide carbonique. Quand elle est dissoute dans une solution diluée de $MgSO^4$, son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est $[\alpha]_D = -55^{o}$.

» La combinaison oxygénée, qui se forme dans les branchies, est ensuite transportée par la circulation dans les différents organes et les tissus. Les tissus lui enlèvent ce gaz et la font repasser à l'état réduit ou dénué d'oxygène actif.

» J'ai nommé la globuline incolore β-*achroglobine*, pour la distinguer de la globuline qui existe dans le sang de la Patelle, et qui a été nommée *achroglobine* (1). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière électrique sur la structure des plantes herbacées.* Note de M. **Gaston Bonnier** (2), présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Note à l'Académie, j'ai fait connaître quelques modifications qu'on observe dans la structure des feuilles et des jeunes tiges des arbres exposés à une lumière électrique sous globe, continue, constante et prolongée. Je donnerai aujourd'hui quelques résultats se rapportant aux plantes herbacées, cultivées dans les mêmes conditions et aussi à la lumière électrique directe.

» Pour toutes ces cultures, la lumière électrique a été maintenue sans discontinuité, jour et nuit, pendant sept mois, et lorsqu'on voulait mettre

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 259.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Physiologie végétale, installé à l'Usine d'électricité des Halles Centrales à Paris.

des plantes à la lumière discontinue, on les recouvrait d'un écran noirci. Les plantes étaient disposées à des distances variant de $1^m,50$ à 4^m, devant des lampes à arc dont la lumière était réglée d'une manière sensiblement constante. On sait que le spectre des lampes à arc diffère surtout du spectre solaire par l'addition des rayons ultra-violets, et que ces derniers peuvent être éliminés par une solution très peu étendue de bichromate de potasse, ou plus simplement par un verre d'épaisseur convenable.

» M. Prillieux [1] a constaté que la lumière électrique permet aux plantes d'assimiler. Dans les conditions où j'opérais, l'éclairement électrique sous verre permettait une assimilation intense. C'est ainsi, par exemple, que 12^{gr} de feuilles de *Ranunculus bulbosus*, placées dans 400^{cc} d'air renfermant 6 pour 100 d'acide carbonique et à 2^m de distance d'une lampe sous globe, pendant une heure, à la température de 13°, ont dégagé 1,05 d'oxygène, tandis que les mêmes feuilles en dégageaient, dans les mêmes conditions, 0,52 à la lumière diffuse et 3,95 en plein soleil, le 15 juin. On peut donc dire que dans le dispositif adopté, on obtenait une assimilation plus forte que celle de la lumière diffuse du soleil et dépassant le quart de l'intensité obtenue aux rayons solaires directs les plus intenses.

» 1° *Résultat général des cultures.* — Les expériences ont été faites avec des plantes très variées, soit horticoles (Jacinthes, Primevères de Chine, Pélargoniums, Tulipes, *Crocus, Myosotis, Osyris*, etc.), soit de grande culture (Céréales, Lin, Cresson alénois, Pomme de terre, Crosne, etc.), soit avec de très nombreuses espèces spontanées appartenant aux genres *Primula, Ranunculus, Hieracium, Taraxacum, Veronica, Anemone, Polygonatum, Helodea, Potamogeton, Ceratophyllum*, etc.

» Ainsi qu'on l'a remarqué dans les essais de culture déjà tentés à la lumière électrique (Hervé Mangon 1861, Siemens 1880, Dehérain 1881, expériences de la Cornell University 1890-91), j'ai constaté qu'un certain nombre de plantes dépérissent, même à la lumière électrique discontinue, surtout celles qui sont éclairées par la lumière électrique directe.

» Un certain nombre des plantes cultivées à la lumière électrique continue, sous verre, ont manifesté au contraire un développement exubérant, avec verdissement plus intense des feuilles et coloration plus foncée des fleurs. Les modifications assez analogues à celles-ci, et qui se produisent chez les végétaux des hautes latitudes, ont été l'objet de recherches que

---

(1) *Comptes rendus*, 1869, t. LXIX, p. 410.

j'ai eu l'occasion de faire en Norvège avec mon collègue M. Flahault, et nous avons démontré que la lumière était la cause principale de ce remarquable phénomène (¹).

» Mais dans les conditions où j'ai opéré aux Halles, avec une lumière intense et trop prolongée, la plupart des plantes, après ce développement hâtif, semblent souffrir par un excès d'assimilation sans arrêt. Toutefois, certaines catégories de végétaux ont pu s'adapter à ces conditions exceptionnelles d'éclairement. Ce sont, comme je l'ai dit précédemment, des plantes à bulbes, des Graminées issues de germination, des espèces arborescentes et des plantes aquatiques submergées.

» 2° *Structure.* — Si l'on étudie la structure des plantes qui présentent le développement exubérant dont j'ai parlé plus haut, on trouve que le tissu en palissade des feuilles, l'épaisseur du limbe, le nombre et la grandeur des faisceaux libéro-ligneux sont plus grands à l'éclairement continu qu'à l'éclairement électrique discontinu et à la lumière électrique sous globe qu'à la lumière électrique directe. La forme générale des feuilles peut même être changée; c'est ainsi que les feuilles de Crocus ont un renflement dorsal à deux arêtes bien plus marquées, que des feuilles de Renoncules, d'Anémones, de Piloselles avaient le contour du limbe modifié au point de rendre ces plantes presque méconnaissables, ce qui se traduisait par des modifications anatomiques correspondantes.

» Mais, ce qui est important à constater, c'est que, pour les plantes qui avaient résisté à l'éclairement intense et prolongé, on observait chez les nouveaux organes formés une structure différente de celle des premiers; les feuilles, par exemple, étaient moins différenciées que celles développées au début.

» Je n'ai constaté aucune modification anatomique notable chez les plantes aquatiques submergées, bien que leurs pousses fussent un peu plus vertes à la lumière continue.

» Quant aux plantes soumises à la lumière directe, sans verre interposé, elles avaient souvent leurs tissus hypertrophiés ou présentaient par places des formations anormales.

» D'après ce qui précède, on peut énoncer les résultats suivants, relatifs

(¹) G. Bonnier et Ch. Flahault, *Observations sur les modifications des végétaux suivant les influences physiques du milieu* (*Ann. Sc. nat., Bot.;* 1879).

aux modifications de la structure anatomique à la lumière électrique, modifications qui n'ont pas été étudiées jusqu'à présent, à ma connaissance :

» 1° Lorsque la lumière électrique continue, sous verre, provoque chez une plante herbacée un grand développement, avec *verdissement intense*, la structure des organes est d'abord *très différenciée;* mais, si la lumière électrique est intense et prolongée pendant des mois, sans arrêt ni atténuation, les nouveaux organes formés par les plantes qui peuvent s'adapter à cet éclairement présentent de *remarquables modifications de structure dans leurs divers tissus* et sont *moins différenciés, tout en étant toujours riches en chlorophylle*.

» 2° La lumière électrique directe *est nuisible par ses rayons ultra-violets au développement normal des tissus*, même à une distance des lampes de plus de 3^{m}. »

M. **Delaurier** adresse une Note intitulée « Nouveaux procédés pour la recherche de l'azote dans les composés organiques et inorganiques. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 octobre 1892.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique; année 1890, tome I : *Mémoires*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart; 6e série, octobre 1892, t. XXVII. Paris, Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Traité pratique, théorique et thérapeutique de la scrofulo-tuberculose de la peau et des muqueuses adjacentes (*Lupus et tuberculoses qui s'y rattachent*), par Henri Leloir. Paris, L. Bataille et Cie, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Verneuil.)

Mémoire du Conseiller M.-F. Correia *sur l'Ouvrage de E. de Pressensé : « Les Origines »* annoté par Don Pedro d'Alcantara. Rio de Janeiro, 1892; une broch. in-8°.

Exposé sur les minerais d'argent de Néclos et l'extraction d'argent, d'après les essais métallurgiques pratiqués dans les ateliers de la Société des usines du Laurium. Athènes, A. Papageorge, 1892; 1 broch. in-8°.

Erato versi di Guglielmo Capitelli. Lanciano, Rocco Carabba, 1892; 1 vol. in-18.

Observations made at the Hongkong Observatory in the year 1891, by W. Doberck. Hongkong, 1892.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1880, *voor* 1891. Utrecht, 1892; 2 vol. in-8°.

Pubblicazioni della Specola vaticana, fasciculo II. Roma, 1891; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard**, en présentant à l'Académie le second volume de son « Traité d'Analyse », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le premier fascicule du tome II de mon *Traité d'Analyse*. La plus grande partie de ce fascicule est consacrée aux fonctions harmoniques et aux fonctions analytiques. L'étude des fonctions d'une variable complexe revient, comme on sait, à l'étude de l'équation de Laplace à deux variables. Toutefois, dans les écrits de Cauchy et de la plupart de ses disciples, l'équation précédente intervient peu et l'on raisonne sur la fonction complexe elle-même. La simplicité et l'uniformité des raisonnements font de cette théorie une des plus attrayantes et des plus parfaites de l'Analyse mathématique. A la suite d'un Mémoire fondamental de Riemann, l'étude des fonctions d'une variable complexe a été ramenée à sa véritable origine. Ce point de vue est assurément plus philosophique et il a le grand avantage de laisser de

côté tout symbole. Aussi ai-je cru utile de l'adopter tout d'abord dans mon exposition. Dans ces conditions, le problème dit de Dirichlet devait jouer un rôle essentiel; je fais connaître la méthode de Neumann, celle de M. Schwarz, et enfin la méthode si originale employée par M. Poincaré pour le cas de l'espace et qui s'applique au cas du plan sans grande modification. On voit de plus que toute cette théorie n'est pas essentiellement bornée à l'équation si simple de Laplace, et l'on peut ainsi, sinon voir, du moins entrevoir des généralisations de la théorie des fonctions d'une variable complexe, sujet bien digne de fixer l'attention des analystes.

» Il ne faudrait pas cependant être exclusif. Le symbolisme a, dans certains cas, ses avantages, et des résultats très simples deviendraient quelquefois d'un énoncé compliqué si l'on voulait ne jamais introduire de quantités complexes. Aussi je reprends ensuite l'étude des fonctions analytiques au point de vue suivi généralement dans les ouvrages français.

» Dans les deux derniers Chapitres du volume, je commence l'étude des équations différentielles. J'insiste longuement sur le théorème relatif à l'existence des intégrales, dont je donne trois démonstrations différentes. Il est important, dans ces questions, de multiplier les points de vue; ce ne sont pas là des curiosités inutiles, je veux dire dénuées d'applications. Au début de la Science, les théorèmes de ce genre sont admis sans difficulté. On peut avancer longtemps sans approfondir les questions d'existence, mais il arrive un moment où ce sont justement les circonstances singulières écartées au début qui deviennent intéressantes : il faut alors approfondir les principes et des démonstrations souvent très subtiles deviennent indispensables. On pourrait citer en témoignage bien des travaux récents; qu'il nous suffise de rappeler les dernières recherches de notre illustre confrère M. Poincaré sur la Mécanique céleste. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Échec définitif de la théorie du mouvement centripète et ascendant dans les cyclones;* par M. **H. Faye**.

« Le 30 mai dernier, je parlais à l'Académie d'un premier échec qui venait d'être infligé à cette théorie par les travaux de M. Hann en Autriche et par ceux de M. Morris aux États-Unis. Il s'agissait de la distinction qu'on était obligé de faire désormais entre les cyclones des régions tempérées et les cyclones des régions tropicales. Pour ceux-ci, on maintenait la théo-

rie de la convection qui les fait naître dans les régions basses de l'atmosphère, tandis que, pour les premiers, on leur reconnaissait une origine prise dans les courants supérieurs, à une hauteur considérable. Je faisais remarquer, à ce sujet, l'espèce de contradiction dans laquelle on tombait sans s'en apercevoir, car le même cyclone peut très bien passer de la zone torride dans la zone tempérée à une semaine environ d'intervalle; comment, dès lors, lui donner à la fois deux origines si différentes?

» Aujourd'hui, un important travail de M. Dallas, le météorologiste éminent des Indes anglaises, vient de trancher la question en montrant que les cyclones de la zone torride échappent aussi à la théorie de la convection, et naissent, comme les autres, dans les plus hautes régions de l'atmosphère. Voici les propres termes du savant auteur ([1]). L'Académie verra combien ses conclusions sont nettes et décisives.

» L'opinion commune est qu'un cyclone provient de l'inégale distribution de la chaleur à la surface du sol. Étant donnée une aire à peu près circulaire, douée d'une chaleur anormale, on admet que des mouvements doivent se produire entre l'extérieur et l'intérieur, et qu'à cause de la rotation de la Terre ces mouvements doivent revêtir la forme de girations autour du centre de la région surchauffée, et qu'ainsi un cyclone prend naissance. Dans cette région, l'air chaud doit être primitivement à l'état de calme complet. L'air, dans cette région de calme, acquiert un mouvement ascensionnel d'abord un peu disséminé, mais qui se concentre peu à peu en appelant, vers un centre bien défini, la masse de l'atmosphère ambiante.

» D'après ces suppositions, trois choses sont nécessaires : 1° la présence d'une aire calme; 2° une température anormale dans cette aire de calme; 3° une période de quelques jours pour l'incubation de la tempête.

» Les cyclones de la mer Arabique n'apportent pas une sensible évidence en faveur de ces trois suppositions.

» Voilà pour le rejet de la théorie de la convection. M. Dallas poursuit en ces termes :

» Considérons maintenant les cyclones qui entrent dans la mer Arabique par l'est, après avoir paru sur le golfe de Bengale sous la forme de cyclones bien caractérisés. Lorsqu'ils passent sur la péninsule et abordent les côtes élevées de Madras, ils sont en partie interceptés par le sol de plus en plus montueux qui forme une barrière continue de 3000 à 7000 pieds d'élévation. Mais, en considérant les phénomènes très nets qui apparaissent ensuite sur la mer, après le passage de cette barrière, il est évident que le tourbillon générateur a continué sa route horizontale par-dessus les cimes des montagnes sans avoir subi d'interruption.

([1]) *The American meteorological Journal,* july 1892; p. 99-112.

» Lorsque ces tourbillons arrivent au-dessus de la mer, où l'humidité est grande, l'air humide est aspiré par la partie inférieure du tourbillon, qui acquiert ainsi une grande énergie.

» L'ensemble de ces évidences paraît favoriser la supposition que ces cyclones sont nés dans les couches supérieures de l'atmosphère; que ce sont des tourbillons formés d'abord dans un courant marchant à l'ouest; qu'ils suivent ce courant jusqu'à ce qu'ils atteignent son bord extérieur, puis, qu'ils sont saisis dans l'hémisphère nord par le courant supérieur qui souffle des zones torrides vers les régions tempérées, en marchant d'abord à l'O.-N.-O., puis au N.-O., puis au N., et finalement au N.-E. et à l'E....

» Il n'y a pas de questions plus importantes dans la Météorologie actuelle que celles qui ont trait à l'origine des cyclones et à leur immense mouvement de translation. Si les cyclones sont intimement liés aux courants supérieurs, ainsi qu'il résulte de nos investigations, cette connexité prouve qu'ils sont engendrés dans ces courants, ce qui place leur origine dans une région où l'observation ne saurait atteindre; et quant à ce qui regarde leurs trajectoires, toute l'évidence acquise semble établir qu'ils sont conduits par les mouvements de l'atmosphère supérieure. Sans doute, la distribution des eaux et des terres, des plaines et des montagnes, de la pression et de l'humidité, ainsi que la température des couches inférieures exercent une influence. Mais l'ensemble des trajectoires aux Indes, dans le golfe du Mexique et dans l'océan Pacifique offre une similitude si parfaite avec celle des courants supérieurs, qu'il n'y a pas à douter qu'il s'agit ici d'une relation de cause à effet.

» Ainsi, la théorie de la convection ne convient pas plus aux cyclones tropicaux qu'à ceux des régions tempérées. Déjà on avait conclu, des observations si nombreuses et si décisives des trombes et tornados faites aux États-Unis, que ces phénomènes avaient leur origine dans les courants supérieurs. Il ne reste donc plus rien pour la théorie que je combats depuis si longtemps. La conclusion qui ressort de tant de travaux poursuivis sur une si grande échelle en Europe, aux États-Unis et dans les Indes anglaises aboutissent, en effet, à ceci :

» *Les trombes, les tornados et les cyclones sont des mouvements giratoires ou des tourbillons qui naissent dans les courants supérieurs de l'atmosphère (à des étages très différents). Leur translation toute géométrique répond à ces courants et ils en dessinent la marche par la projection que leurs ravages tracent sur le sol ou sur la mer.*

» C'est ce que j'ai toujours soutenu contre ceux qui faisaient naître ces phénomènes au ras du sol, en vertu d'un mouvement centripète et ascendant de l'air inférieur; seulement j'ajoutais que *ces girations grandes ou petites, modérées ou formidables, sont descendantes.*

» C'est ce qu'on ne tardera pas à admettre aussi, car c'est là une conséquence forcée des prémisses.

» La théorie de la convection, c'est-à-dire des mouvements centripètes et ascendants de l'air inférieur, se trouve donc réduite à des phénomènes passagers qu'on a notés dans quelques incendies, à la dispersion verticale de quelques meules de foin où se produit sous l'action du soleil une sorte de fermentation accompagnée de chaleur, à l'explication des pseudo-trombes de poussière observées parfois en Égypte et ailleurs, enfin à des dépressions barométriques moins insignifiantes et plus fréquentes dues à l'échauffement du sol dans des contrées limitées, mais sans giration énergique, sans mouvement défini de translation, phénomènes à peu près inverses de ceux qu'on appelle si improprement des *anticyclones*. Est-il nécessaire d'ajouter que ces phénomènes n'ont aucun rapport, sauf, en certains cas, une légère dépression barométrique, avec les trombes, les tornados et les cyclones.

» Je suis heureux de constater que M. Hann en Autriche, MM. Ferrel et Morris aux États-Unis, M. Dallas aux Indes orientales, c'est-à-dire les météorologistes les plus éminents de notre époque, placés dans les pays les plus divers et étudiant les faits sous les climats les plus différents, renoncent à l'ancienne théorie pour se rapprocher progressivement de la nouvelle, dont l'acceptation définitive ne saurait se faire attendre. »

PHYSIOLOGIE. — *Le mouvement du cœur, étudié par la Chronophotographie.* Note de M. **Marey.**

« Il y a une trentaine d'années qu'avec mon confrère et ami Chauveau nous présentions à l'Académie des expériences destinées à établir le mécanisme de l'action du cœur et la succession des mouvements de cet organe. Nos recherches étaient faites par une méthode indirecte consistant à inscrire, au moyen d'appareils spéciaux, les variations de la pression du sang dans les oreillettes, les ventricules et l'aorte, ainsi que les changements de la force avec laquelle les ventricules compriment à chaque instant la paroi de la poitrine qui les recouvre.

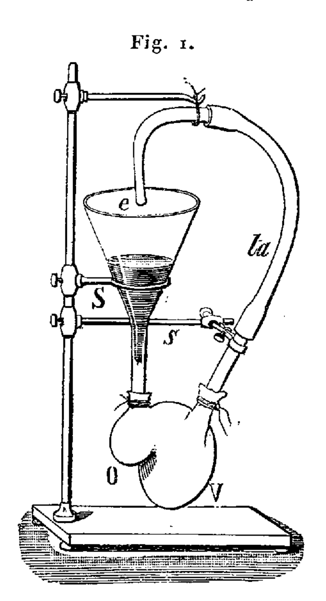
» Ces expériences, qui se contrôlaient les unes par les autres, montraient les effets des mouvements du cœur, mais ne faisaient connaître ni les déplacements, ni les changements de forme des oreillettes et des ventricules qui s'emplissent et se vident tour à tour. De sorte que, pour avoir une connaissance complète de la physiologie du cœur, il fallait avoir directement observé cet organe, mis à nu, sur un grand animal, avoir vu les dépla-

cements et les changements de forme de ses cavités et l'avoir tenu dans ses mains pour apprécier les changements périodiques de sa consistance.

» La *Chronophotographie* m'a paru apporter un complément nécessaire à ces études antérieures. Elle permet, en effet, d'obtenir pendant une révolution cardiaque une série d'images successives, prises à des intervalles de temps très courts, sur lesquelles on peut suivre les phases du mouvement et les changements d'aspect des différentes parties du cœur.

» Je choisis pour cela le cœur d'une tortue et, après l'avoir détaché, je le plaçai (*fig.* 1) dans les conditions de la circulation artificielle, c'est-à-dire qu'après avoir introduit le bec d'un petit entonnoir dans une veine

Fig. 1.



cave, j'adaptai à une artère un tube recourbé *ta* (tube artériel), dont l'extrémité recourbée s'ouvrait au-dessus de l'entonnoir. Du sang défibriné, étant versé dans ce réservoir qui correspond au système veineux, passa dans l'oreillette O, puis dans le ventricule V, et le cœur se mit à battre pendant plusieurs heures consécutives. On voyait alors nettement la succession des mouvements des oreillettes et du ventricule (l'une des oreillettes est cachée dans la figure). En outre, chaque systole ventriculaire s'accompagnait d'un jet de sang qui se versait du tube dans l'entonnoir et dont la durée mesurait exactement celle de la systole ventriculaire.

» En photographiant ces mouvements, on devait avoir l'image de tous les actes successifs qui constituent la fonction du cœur; mais une difficulté

se présentait. La couleur rouge du sang et du cœur lui-même, n'étant point photogénique, ne donnait d'autres images que des silhouettes noires se détachant sur un fond clair. La variation des contours de l'organe, l'apparition et la disparition du jet de sang permettaient, il est vrai, de saisir les alternatives de réplétion et de resserrement des différentes cavités, mais ne traduisait pas la différence d'aspect et de forme qu'elles présentent à chaque instant.

» Pour rendre le cœur photogénique, je le blanchis au pinceau avec de la gouache; dès lors les détails de sa forme apparurent, ainsi qu'on le voit *fig.* 2. Un sillon obscur sépare l'oreillette du ventricule; des effets d'ombre et de lumière expriment le modelé de chaque cavité, et certains points brillants sont dus au poli de ces surfaces humides. Dans la série d'images représentées, on a dû supprimer l'appareil circulatoire pour rapprocher les unes des autres les images successives du cœur et rendre plus saisissables ses changements de forme. Toutefois, c'est d'après le jet de sang projeté par la systole ventriculaire que furent déterminés le commencement et la fin de celle-ci.

» En suivant du haut en bas la série des images, on assiste aux phénomènes suivants :

» I. Le ventricule *v* a fini sa systole et est à son minimum de volume, l'oreillette *o* est remplie, arrondie et luisante.

» II. L'oreillette commence à se vider et change de forme, elle est aplatie à sa surface extérieure et présente deux bords mousses et une pointe arrondie, ce qui lui donne à peu près la forme d'une langue. Le ventricule commence à augmenter de volume.

» III. L'oreillette a diminué de volume et sa pointe se rapproche du ventricule qui grossit encore.

» IV. L'oreillette continue à se resserrer et le ventricule arrive à son maximum de réplétion.

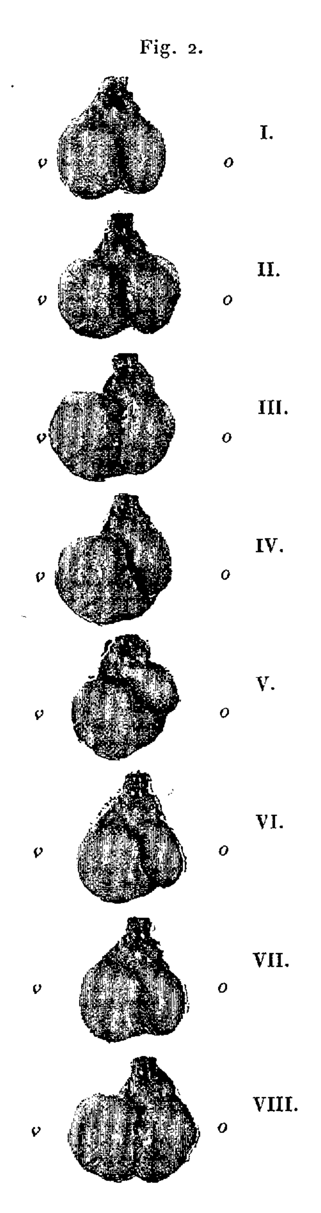
» V. L'oreillette achève de se vider et le ventricule diminue de volume; sa systole commence (à cet instant, le sang jaillissait dans l'entonnoir).

» VI. La systole du ventricule continue et l'oreillette relachée commence à se remplir.

» VII. La systole du ventricule finit, l'oreillette est distendue et luisante. Nous sommes revenus à la phase représentée par l'image I; de même, l'image VIII correspond sensiblement à II.

» Ainsi la systole des oreillettes dure de II à V, celle des ventricules de V à VII. Ces durées seraient mieux limitées si la fréquence des images eût

Fig. 2.



été plus grande ou si le cœur eût battu moins vite, mais, dans le cas présent, le nombre des images n'était que de 10 par seconde et la durée d'une

révolution du cœur n'était que de $\frac{7}{10}$ de seconde (fréquence extrême due à la très haute température, 32°).

» Il sera très facile de doubler la fréquence des images et de rendre cinq à six fois plus lents les mouvements du cœur. Telles qu'elles sont, nos images montrent des phénomènes que l'œil n'a pas le temps d'observer. Elles font voir que les cavités du cœur ont une forme propre et qu'en se resserrant comme en se gonflant, elles n'affectent pas la forme globuleuse qu'aurait une poche élastique homogène.

» Les méplats extérieurs que présente la surface des oreillettes en contraction semblent lui avoir été imposés par l'inextensibilité de la poche péricardique dans laquelle, à l'état normal, elles sont enfermées avec le ventricule. La face extérieure du ventricule présente le même caractère; elle offre, en outre, une fossette qui semble produite par la compression exercée par l'oreillette et qui devient visible (image VII) quand la systole auriculaire la démasque.

» L'alternance des mouvements des cavités du cœur fait assister en quelque sorte à la réplétion du ventricule par la systole de l'oreillette. Ces figures convaincront peut-être les médecins qui admettent encore une *diastole active*, une sorte d'aspiration du sang par les ventricules : phénomène étrange que la structure du cœur ne saurait expliquer et que la fonction de l'oreillette rend complètement inutile.

» La Chronophotographie m'a paru également capable de montrer aux yeux le *mécanisme de la pulsation* du cœur.

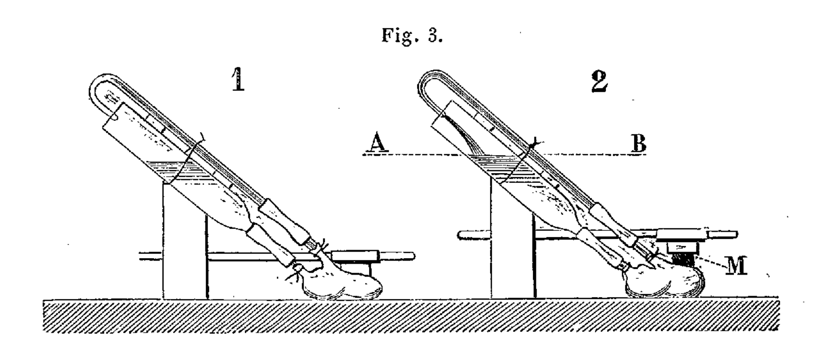
» Les expériences de cardiographie que nous avons faites avec M. Chauveau traduisaient la durée de la pulsation du cœur par un accroissement de la pression des ventricules contre un explorateur manométrique appliqué en face de ces organes dans un espace intercostal : ce durcissement des ventricules coïncidait avec leur systole. L'expérience suivante rend visible cet effort par lequel le ventricule en contraction repousse toute pression extérieure qui tendrait à le déformer.

» On reconnaît dans la *fig.* 3 une disposition analogue à celle déjà indiquée pour la circulation artificielle : l'entonnoir est réduit à un tube plus étroit qui permet de coucher obliquement le cœur sur une planchette. On pose alors sur le ventricule un petit cube de liège M (image 2) chargé d'un poids que supporte une tige mobile.

» Quand le ventricule est relâché, quoique rempli par la systole de l'oreillette, sa paroi molle se laisse déprimer par le cube de liège qui s'y

cache tout entier (image 1). Aussitôt que la systole ventriculaire commence, ce qui se reconnaît au jet de sang versé dans le tube (image 2) où le niveau AB s'élève, le cœur durcit. On voit alors le cube de liège, sou-

Fig. 3.



levé malgré le poids qui le charge, émerger de la fossette qu'il s'était creusée tout à l'heure dans le ventricule en diastole. Cette expérience suffirait, s'il en était besoin, à réfuter l'existence d'une force dilatatrice du ventricule.

» On voit, par les exemples qui précèdent, que la Chronophotographie est un précieux complément de la méthode graphique. Elle fournit des documents d'un autre ordre et rend saisissables les changements d'aspect que l'œil n'aurait pas le temps de suivre.

» Et si au lieu des mouvements relativement simples d'un cœur de tortue j'ai quelque jour l'occasion d'opérer sur de grands animaux, les images seront beaucoup plus instructives, car elles contiendront des détails qui manquent sur les animaux inférieurs : le relief des faisceaux musculaires en action, les plissements de la séreuse viscérale qui les accompagnent, les gonflements et resserrements des vaisseaux sanguins, enfin les déplacements du cœur dans la cavité péricardique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les phénomènes inhibitoires du choc nerveux.* Mémoire de M. **H. Roger**, présenté par M. Brown-Séquard. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Pourat.)

« Le choc est un état morbide, qui peut se produire à la suite de fortes excitations du système nerveux et qui est caractérisé par un ensemble d'actes inhibitoires, dont un seul, l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus (¹), semble constant et indispensable.

» Comme l'a fait remarquer M. Brown-Séquard, l'arrêt des échanges ou syncope des échanges doit être distingué des syncopes cardiaque et respiratoire, avec lesquelles il coexiste assez souvent. Ces trois variétés de syncopes peuvent se produire quand on pratique la piqûre du bulbe et doivent être attribuées à la violente excitation déterminée par l'opération; la syncope respiratoire, pas plus que les deux autres, n'est due à la destruction d'un centre; c'est un acte inhibitoire, c'est-à-dire un phénomène actif. J'ai reconnu, en effet, que les légères excitations du bulbe, telles qu'on les produit en abaissant la tête d'un animal ou en électrisant directement le plancher du quatrième ventricule, ralentissent ou arrêtent momentanément les mouvements respiratoires; les excitations violentes, et parmi celles-ci se range la piqûre, amènent l'arrêt définitif de ces mouvements.

» Le choc nerveux, dont le choc traumatique représente la variété la mieux connue, peut être produit par des excitations qui portent soit directement sur les centres, soit indirectement par l'intermédiaire des nerfs périphériques ou de leurs terminaisons. J'ai vu, chez le cobaye, l'arrachement du sciatique produire l'arrêt des échanges et entraîner la mort en quelques minutes avec un ralentissement énorme des mouvements respiratoires. J'ai observé des phénomènes semblables en appliquant du chloro-

---

(¹) Brown-Séquard, *Recherches sur une influence spéciale du système nerveux produisant l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus* (*Comptes rendus*, 2 février 1882).

forme sur la peau, suivant le procédé de M. Brown-Séquard, en plongeant les animaux dans de l'eau glacée ou de l'eau bouillante, en injectant du perchlorure de fer dans le péritoine, etc. L'arrêt des échanges survient parfois à la suite d'excitations légères; ainsi, chez le cobaye, il peut se produire, quand on dénude la carotide, surtout si l'instrument touche le pneumogastrique ou même quand on incise simplement la peau du cou.

» L'étude de l'arrêt des échanges permet de comprendre le mécanisme des manifestations qui caractérisent le choc nerveux; l'activité nutritive étant inhibée, les tissus ne produisent presque plus d'acide carbonique; aussi le sang reste-t-il rouge dans les veines (Brown-Séquard); en même temps, la température organique s'abaisse de 1° ou 2°, quelquefois plus; dans un cas, j'ai vu l'application du chloroforme sur la peau faire tomber la température de 39° à 31° en une heure, et à 19°,5 en quatre heures et demie.

» Le sang n'étant que peu chargé d'acide carbonique, les centres de la respiration ne sont pas suffisamment excités; aussi le nombre et l'amplitude des mouvements respiratoires diminuent-ils, comme le démontrent les tracés que j'ai recueillis.

» Enfin, par suite de l'arrêt des échanges, le passage des substances toxiques du sang dans les tissus devient impossible; chez les malades, l'alcool et l'opium ne produisent aucun effet; chez des grenouilles, mises en état de choc par écrasement brusque de la tête, j'ai constaté que la strychnine, injectée dans les veines, ne détermine pas de trouble, et pourtant la circulation persiste et les centres médullaires, loin d'être paralysés, sont plus excitables que normalement. Le choc ne produit donc pas seulement des phénomènes inhibitoires; ils sont accompagnés de manipulations dynamogéniques; c'est ce qui a lieu fréquemment pour la moelle et les muscles. J'ai constaté que, chez la grenouille dont on vient d'écraser la tête, l'excitabilité musculaire augmente notablement. En soumettant les gastro-cnémiens à l'action d'un courant faradique, j'ai trouvé que, pour une excitation de même intensité, la ligne de contraction donnée par le myographe est trois fois plus élevée pendant le choc qu'à l'état normal.

» Les phénomènes qui caractérisent le choc, résultent d'une excitation des centres nerveux et particulièrement du bulbe et non d'un épuisement, c'est ce qui explique pourquoi le choc est surtout fréquent chez les sujets adultes, chez les gens vigoureux et dans le sexe masculin. Quand on soumet un animal à une série de causes capables d'amener le choc, on constate

que les effets produits diminuent de gravité à chaque nouvelle excitation. J'ai observé un grand nombre de faits de ce genre, en voici un qui me paraît démonstratif :

» Sur un lapin je pratique la section des deux pneumogastriques; puis, l'animal étant remis, j'excite avec un courant induit le bout central du pneumogastrique gauche; le sang devient rouge dans les veines de ce côté; à droite il conserve sa teinte habituelle. J'excite alors le pneumogastrique droit, et, même en employant un courant plus intense, je ne parviens pas à modifier l'état du sang veineux à droite.

» Cette expérience démontre trois choses : la possibilité de produire l'arrêt des échanges à la suite de la vagotomie double, ce qui constitue un résultat assez rare; la possibilité d'amener l'arrêt des échanges dans un seul côté du corps, fait déjà signalé par M. Brown-Séquard; la nature active de l'arrêt des échanges; s'il s'agissait d'épuisement, les effets seraient différents, chaque nouvelle excitation devrait augmenter les troubles déjà produits.

» *Conclusion.* — Le choc nerveux est le résultat de violentes excitations qui agissent sur les centres directement ou par l'intermédiaire des nerfs centripètes. Il se caractérise par un ensemble de modifications dynamiques (dynamogénie et inhibition) portant sur toutes les parties constituantes de l'organisme; le phénomène capital est représenté par l'arrêt des échanges, ayant pour conséquence une diminution dans la production de l'acide carbonique et secondairement un abaissement de la température, un ralentissement de la respiration et parfois de la circulation. »

M. **J.-B. Kremer** adresse une Note relative à un remède contre la diphtérie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le Dr **Guyon** est adjoint aux Commissions nommées pour juger les divers concours de l'année 1892, relatifs à des prix de Médecine et Chirurgie.

CORRESPONDANCE.

L'Université de Padoue invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui auront lieu le 7 décembre prochain, en l'honneur du trois-cen-

tième anniversaire du jour où Galilée a pris possession de sa chaire dans cette Université.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau une Lettre autographe de Descartes qui lui est transmise par M. Charavay, au nom de M. *H. Jolly*, pour être restituée à l'Académie.

Cette Lettre a été publiée dans les Œuvres de Descartes (Lettre 90e, t. III, p. 511). L'envoi est accompagné de la Lettre suivante de M. Jolly :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» M. Charavay me signale, dans une collection d'autographes que je viens de recueillir par succession, une Lettre de Descartes au Chevalier de Cavendish, datée d'Egmond, 15 mai 1646, qui porte le cachet de la Bibliothèque de l'Académie et qui paraît intéressante au point de vue scientifique.

» Je suis heureux de remettre cette pièce à M. Étienne Charavay, qui veut bien se charger de la restituer à votre bibliothèque.

» Veuillez agréer, etc. H. Jolly. »

L'Académie fera parvenir à M. Jolly l'expression de sa reconnaissance.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *Hugo Gyldén*, intitulé : « Nouvelles recherches sur les séries employées dans les théories des planètes ».

2° La 2e édition d'un Volume de M. *Prosper de Lafitte*, intitulé : « Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels ». L'auteur a joint, à cette nouvelle édition d'un Ouvrage couronné par l'Académie (prix Leconte, 1890), des Tables de commutations, à divers taux d'intérêt, pour les trois assurances.

M. **Bischoffsheim** présente de la part de M. le professeur *Weineck*, Directeur de l'Observatoire de Prague, une photographie du cratère lunaire désigné sur les Cartes par le nom de *Vendelinus*.

Le cliché a été obtenu à l'Observatoire Lick, en Californie, dans la nuit du 31 août 1890. L'agrandissement est de 20 fois et a exigé un travail de cent-vingt-deux heures.

Examinée à la loupe, cette photographie montre une foule de détails

nouveaux, analogues à ceux qu'offre le Cirque Petavius. On voit toute la surface mamelonnée parcourue en tous sens par des rigoles qui font penser à des rivières desséchées.

M. Faye et M. Daubrée sont d'avis que ce sont des coulées de laves, qui se sont fendillées en se contractant par refroidissement.

MÉCANIQUE. — *Sur les transformations des équations de Lagrange.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Une Note de M. Liouville me donne occasion de revenir sur le problème des transformations en Mécanique. Je commencerai par énoncer, avec plus de détail que je ne l'ai fait jusqu'ici, le théorème que j'ai démontré à ce sujet. Considérons un système (1) d'équations de Lagrange

$$(1)\quad \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q'_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt} = q'_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

où T est une forme quadratique par rapport aux q', et supposons que ce système admette un *correspondant,* c'est-à-dire qu'il existe un système analogue

$$(2)\quad \frac{d}{dt_1}\frac{\partial T_1}{\partial q'^1_i} - \frac{\partial T_1}{\partial q_i} = Q'_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt_1} = q'^1_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

qui définisse les mêmes relations entre les q_i. J'ai montré qu'on peut passer de (1) à (2) en changeant dt en dt_1 d'après une égalité de la forme

$$(3)\qquad dt^2 = A\,dt_1^2 + \Sigma B_{ij}\,dq_i\,dq_j,$$

les A, B étant des fonctions des q_i. Mais plusieurs cas peuvent se présenter :

» 1° $\frac{dt}{dt_1}$ *est une constante;* le système (2) se déduit alors de (1) en changeant T en CT, et Q_i en αQ_i (C et α sont des nombres quelconques).

» 2° *Les* Q_i *dérivent d'un potentiel* U *et l'équation* (3) *est de la forme*

$$(4)\qquad dt^2 = \frac{C\,ds^2}{\alpha U + \beta} - \frac{dt_1^2}{(\alpha U + \beta)^2},$$

si l'on pose $T = \left(\frac{ds}{dt}\right)^2$. On passe dans ce cas de (1) à (2) par la transformation de M. Darboux, c'est-à-dire en changeant T en $C(\alpha U + \beta)T$ et U

en $\frac{AU + B}{\alpha U + \beta}$. Ces deux premières transformations s'appliquent à un système (1) quelconque.

» 3° $\frac{dt}{dt_1}$ *est une simple fonction des* q_i, *qui n'est pas une constante*

$$(5) \qquad \frac{dt}{dt_1} = \lambda(q_1, \ldots, q_k).$$

» Les équations (1)′ et (2)′ déduites de (1) et (2) en annulant les Q_i et les Q'_i sont alors *correspondantes,* et par la même transformation (5), laquelle fournit un correspondant au système (1) quels que soient les Q_i. Si les Q_i sont nuls, ce cas est le seul possible et les Q'_i sont également nuls. J'ai montré que les équations (1)′ et (2)′ admettent dans cette hypothèse au moins une intégrale du second degré distincte de celles des forces vives, mais il n'en est pas ainsi, en général, des équations (1) elles-mêmes, lors même qu'il existe une fonction de forces U.

» 4° *Les* Q_i *dérivent d'un potentiel* U *et l'on a*

$$(6) \qquad dt^2 = \frac{ds^2}{\alpha U + \beta} - \frac{dt_1^2}{\lambda(q_1, q_2, \ldots, q_k)}.$$

» Ce cas se ramène aussitôt au précédent à l'aide de la transformation de M. Darboux et ce que nous venons de dire s'applique à condition de changer T en $(\alpha U + \beta)T$.

» 5° *La relation* (3) *n'a aucune des formes énumérées. Les équations* (1) *admettent alors une intégrale du deuxième degré,* qui n'est pas celle des forces vives. Dans ce cas, qui est le cas général, nous signalerons plusieurs circonstances particulières : quand les Q'_i dérivent d'un potentiel U_1 et quand on a

$$(7) \qquad dt^2 = \mu(q_1, q_2, \ldots, q_k)[ds_1^2 - (\alpha_1 U_1 + \beta_1)\, dt_1^2],$$

on rentre dans le troisième cas en appliquant aux équations (2) la transformation de M. Darboux qui change T_1 en $(\alpha_1 U_1 + \beta_1)T_1$. Si maintenant U et U_1 existent à la fois et si l'on a

$$(8) \qquad dt^2 - \frac{ds^2}{\alpha U + \beta} = \mu(q_1, q_2, \ldots, q_k)\left[dt_1^2 - \frac{ds_1^2}{\alpha_1 U_1 + \beta_1}\right],$$

ce que nous avons dit dans le troisième cas subsiste à condition de changer T en $(\alpha U + \beta)T$ et T_1 en $(\alpha_1 U_1 + \beta_1)T_1$ par le même procédé.

» J'ajoute que *l'existence de la fonction* U *n'entraîne nullement celle de* U_1. Dans le cas très particulier où U et U_1 existent à la fois, soient h et h_1 les

constantes des forces vives pour (1) et (2), les trajectoires obtenues en donnant à h une valeur constante mais arbitraire correspondent *nécessairement* à *toutes* les valeurs de h_1 [1]; le contraire ne peut avoir lieu que pour des valeurs *particulières* de h, soit h^0, qui sont telles que les trajectoires pour $h = h^0$ et $h_1 = h_1^0$ coïncident (h_1^0 désignant un certain nombre). *De tels couples h^0, h_1^0 n'existent pas en général;* pour qu'il en existe, *il faut et il suffit que la relation* (3) *soit de la forme* (8), qui se réduit à la forme (7) si h^0 est infini, à la forme (6) si h_1^0 est infini, à la forme (5) si h^0 et h_1^0 sont infinis. Ces différents cas se ramènent aussitôt au troisième cas.

» M. Liouville pensait avoir retrouvé et complété ce théorème, *dans le cas où* U *existe,* par une autre méthode qui, en réalité, ne s'appliquait qu'au cas *où les forces sont nulles*. Dans ce dernier cas, il a montré que les équations (1) ne peuvent admettre de correspondantes sans admettre un système complet d'intégrales du deuxième degré. J'ai déjà signalé que ce théorème trouvait son application *aux équations* (1)' *et* (2)' dans le troisième cas [et, par suite, dans les cas (6), (7) et (8) qui s'y ramènent]. Dans une Note du 12 septembre, M. Liouville affirme de nouveau qu'il est très facile de compléter mon théorème dans tous les cas où il y a une fonction de forces U : d'après lui, si le système (1) admet un correspondant, le problème des géodésiques relatif à T admet un système complet d'intégrales du deuxième degré. *Ce théorème n'est pas exact* : pour le démontrer, observons que M. Liouville admet *a priori* que U_1 existe en même temps que U, ce qui n'est pas vrai, en général; mais même dans le cas où il en est ainsi, le raisonnement de M. Liouville est inadmissible, parce qu'il suppose que les trajectoires qui correspondent à une valeur donnée de h (la valeur ∞) correspondent aussi à une valeur constante de h', ce qui n'est vrai que moyennant les hypothèses très particulières que j'ai signalées plus haut. Pour n'avoir plus à revenir sur cette question, je citerai, en terminant, l'exemple suivant : le système (1) où l'on a

$$T = (x'^2 + y'^2) \qquad \text{et} \qquad U = y + h,$$

et le système (2) où l'on a

$$T_1 = \frac{1}{x^4}\left[x'^2\left(1 + \frac{4y^2}{x^2}\right) - 4x'y'\frac{y}{x} + y'^2\right] \qquad \text{et} \qquad U_1 = \frac{y}{x^2} + h'$$

---

[1] Je laisse de côté la transformation de M. Darboux dans laquelle U et U_1 existent toujours et où l'on a

$$h = \frac{\alpha h_1 + \beta}{\alpha_1 h_1 + \beta_1}.$$

sont correspondants; les trajectoires sont des paraboles, et celles qui correspondent à une valeur quelconque donnée de h (finie ou non) correspondent à toutes les valeurs de h'. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de courbes et de surfaces.*
Note de M. **A. Pellet**.

« 1. Le théorème de M. Jamet sur les courbes triangulaires symétriques peut s'étendre aux courbes plus générales $AX^m + BY^m + CZ^m = 0$, où X, Y, Z sont des fonctions quelconques des coordonnées courantes, et A, B, C des paramètres. Pour une valeur de l'exposant m, il y a une seule de ces courbes C_m tangente à une droite D en un point M, pourvu que ce point M ne soit pas situé sur l'une des courbes $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$. Si l'on connaît, pour deux valeurs de m, le rayon de courbure de C_m au point M, on pourra, par des équations du premier degré, en déduire le rayon de courbure en M, point de contact commun de la courbe C_m, pour toute valeur de m. En effet, la courbe C_m, rapportée à la tangente D comme axe des x et à la perpendiculaire élevée en M sur D comme axe des y, a pour équation, en ordonnant y suivant les puissances croissantes de x,

$$y = a_1 x^2 + \ldots + a_i x^{i+1} + \ldots,$$

a_i étant une fonction entière de degré i de m.

» Dans le cas où les fonctions X, Y, Z sont entières et du premier degré, les courbes sont dites *triangulaires symétriques*, d'après La Gournerie, et aux valeurs de m, 2, -1, $\frac{1}{2}$ correspondent les coniques conjuguée, circonscrite et inscrite au triangle de référence. Les fonctions a_i sont alors divisibles par $1 - m$. Désignons par ρ_m le rayon de courbure de C_m au point M, par t_m la tangente de l'angle de l'axe de déviation de Transon (tangente à la courbe lieu des milieux des cordes parallèles à D) avec la normale à C_m en M. Le produit $\rho_m(1 - m)$ ne varie pas avec m. On a $t_m = -\frac{a_2}{2a_1^2}$, et, par suite, t_m et m sont reliés par une équation de la forme

$$(1 - m)\,t_m + pm + q = 0,$$

v et q étant indépendants de m. En particulier, pour les courbes

$$A\left(x + y\sqrt{-1}\right)^m + B\left(x - y\sqrt{-1}\right)^m + C = 0,$$

considérées par M. Fouret (*Bulletin de la Société mathématique*, 1892), le

produit $\frac{1-m}{1+m}t_m$ ne varie pas avec m, et l'axe de déviation pour $m=2$ n'est autre que la droite joignant le point M à l'origine des axes coordonnés.

» 2. De même pour les surfaces $AX^m + A_1X_1^m + A_2X_2^m + A_3X_3^m = 0$, les fonctions X étant quelconques et les quantités A des paramètres. Pour une valeur de l'exposant m, il y a une seule surface S_m tangente en un point M à un plan P, pourvu que le point M ne soit pas situé sur une des surfaces $X_k = 0$. Si l'on connaît les éléments du second ordre pour deux surfaces S_m, on en déduira par des équations du premier degré les éléments du second ordre en M de la surface S_m, pour toute valeur de l'exposant m.

» Lorsque les fonctions X_k sont entières et du premier degré, les indicatrices de Dupin des surfaces S_m sont homothétiques, au point de contact commun M.

» Lorsque les surfaces $X_k = 0$ sont des sphères, toutes les surfaces S_m ont mêmes sections principales au point M. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le mouvement d'un fil dans l'espace.* Note de M. G. **Floquet**, présentée par M. Darboux.

« Étant donné un fil flexible et inextensible, soit s l'abscisse curviligne d'un quelconque M de ses points, comptée sur le fil à partir d'un point déterminé, et soit m le produit de l'épaisseur du fil en M par la densité en ce point, épaisseur et densité qui peuvent varier avec s. Je supposerai que, ndépendamment de la force appliquée à chaque extrémité du fil et qui doit y équilibrer la tension, chaque élément matériel $m\,ds$ soit sollicité par une force extérieure donnée $Fm\,ds$, et je désignerai par T la tension en M à l'époque t, tension qui est une quantité positive.

» Je vais former certaines équations aux dérivées partielles qui, dans plusieurs cas importants, permettent une étude facile des mouvements possibles du fil dans l'espace. Lorsque le mouvement a lieu dans un plan, ces équations se réduisent d'ailleurs à celles données par M. Resal dans ce cas [1].

» Considérons la courbe figurée par le fil à l'époque t, le point M du fil et le trièdre dont les arêtes Mx, My, Mz sont respectivement la tangente positive, la normale principale dirigée vers le centre de courbure,

---

[1] *Traité de Mécanique générale* (t. I, p. 321 et suiv.).

et la binormale menée dans un sens tel que les axes Mx, My, Mz présentent la même disposition que trois axes rectangulaires fixes OX, OY, OZ, la disposition commune étant directe, si c'est le sens direct qui est employé pour représenter les rotations. Projetons sur Mx, My, Mz la rotation instantanée du trièdre et la vitesse du point M à l'époque t; soient p, q, r, ξ, η, ζ les projections. Soient de même p_1, q_1, r_1, ξ_1, η_1, ζ_1 les projections analogues de la rotation du trièdre et de la vitesse du point M lorsque s, variant seul, est assimilé au temps. On sait que q_1, η_1, ζ_1 sont nuls et que ξ_1 est égal à l'unité $\left(r_1\right.$ et p_1 ne sont autres que la courbure $\frac{1}{\rho}$ et la torsion changée de signe $\left.-\frac{1}{\tau}\right)$, de sorte que les six équations cinématiques bien connues [1], auxquelles satisfont les rotations et les translations, deviennent ici

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial p}{\partial s}-\frac{\partial p_1}{\partial t}=qr_1, &&\frac{\partial \xi}{\partial s}=\eta r_1,\\ &\frac{\partial q}{\partial s}=rp_1-pr_1, &&\frac{\partial \eta}{\partial s}=r-\xi r_1+\zeta p_1,\\ &\frac{\partial r}{\partial s}-\frac{\partial r_1}{\partial t}=-qp_1, &&\frac{\partial \zeta}{\partial s}=-\eta p_1-q. \end{aligned}\right.$$

» La Dynamique fournit trois nouvelles équations. On sait en effet que, si Φ, Ψ, X désignent les projections sur Mx, My, Mz de la force F rapportée à l'unité de masse, celles de l'accélération du point M sont

$$\frac{1}{m}\frac{\partial T}{\partial s}+\Phi,\quad \frac{1}{m}\frac{T}{\rho}+\Psi,\quad X.$$

» Comme, d'autre part, elles sont égales à

$$\frac{\partial \xi}{\partial t}+q\zeta-r\eta,\quad \frac{\partial \eta}{\partial t}+r\xi-p\zeta,\quad \frac{\partial \zeta}{\partial t}+p\eta-q\xi,$$

on en conclut les équations

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &m\left(\frac{\partial \xi}{\partial t}+q\zeta-r\eta\right)=\frac{\partial T}{\partial s}+m\Phi,\\ &m\left(\frac{\partial \eta}{\partial t}+r\xi-p\zeta\right)=Tr_1+m\Psi,\\ &\qquad\frac{\partial \zeta}{\partial t}+p\eta-q\xi=X. \end{aligned}\right.$$

» Lorsque Φ, Ψ, X sont des fonctions connues de s et de t, les neuf équa-

---

[1] DARBOUX, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*.

tions (1) et (2) forment un système indépendant, dont l'intégration fera connaître les neuf quantités p, q, r, ξ, η, ζ, p_1, r_1, T en fonction de s et de t. Si l'on se donne la position du trièdre mobile qui répond, par exemple, aux valeurs nulles de s et de t, position que l'on prendra comme trièdre fixe, à toute solution particulière du système, pour laquelle T sera positif, correspondra un des mouvements possibles du fil et un seul. La forme du fil à chaque époque, de même que la trajectoire pour chaque valeur de s, se trouveront définies par la courbure et la torsion. Si l'on voulait les coordonnées x, y, z du point M, en fonction de s et de t, connaissant les rotations et les translations, on calculerait d'abord les cosinus directeurs des axes mobiles, puis x, y, z, en employant les équations connues. Ce sont ces dernières qu'il faudrait adjoindre aux équations (1) et (2), si Φ, Ψ et X n'étaient pas connus uniquement en fonction de s et de t.

» Dans le cas particulier du mouvement plan, les axes fixes OX, OY étant pris dans le plan du fil, on peut supposer que Mz et OZ sont de même sens, car ceci peut toujours être réalisé par un choix convenable du sens positif sur le fil. On a alors

$$X = 0, \qquad p = 0, \qquad q = 0, \qquad r = \frac{\partial \alpha}{\partial t}, \qquad p_1 = 0, \qquad r_1 = \frac{\partial \alpha}{\partial s},$$

α étant l'angle habituel de Mx avec OX, et nos neuf équations se réduisent aux quatre suivantes :

$$\frac{\partial \xi}{\partial s} - \eta \frac{\partial \alpha}{\partial s} = 0, \qquad m\left(\frac{\partial \xi}{\partial t} - \eta \frac{\partial \alpha}{\partial t}\right) = \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial s} + m\Phi,$$
$$\frac{\partial \eta}{\partial s} + \xi \frac{\partial \alpha}{\partial s} = \frac{\partial \alpha}{\partial t}, \qquad m\left(\frac{\partial \eta}{\partial t} + \xi \frac{\partial \alpha}{\partial t}\right) = \mathrm{T}\frac{\partial \alpha}{\partial s} + m\Psi,$$

qui sont, aux notations près, les équations de M. Resal.

» Lorsque le mouvement du fil consiste en un simple glissement sur une courbe fixe, cas étudié par MM. Appell et Léauté, on a évidemment

$$\xi = v, \qquad \eta = 0, \qquad \zeta = 0,$$

v étant la vitesse de glissement qui dépend seulement de t. Les équations (1) donnent alors

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = v\frac{\partial p_1}{\partial s}, \qquad \frac{\partial r_1}{\partial t} = v\frac{\partial r_1}{\partial s}, \qquad p = vp_1, \qquad r = vr_1, \qquad q = 0,$$

qui montrent qu'en posant

$$s + \int_0^t v\,dt = \sigma$$

p_1 et r_1 dépendent uniquement de σ, ce qui était évident, σ représentant l'abscisse curviligne du point M comptée à partir de la position initiale de l'origine des s. Quant aux équations (2), elles montrent d'abord qu'en chaque point de la ligne de repos apparent du fil le plan osculateur contient la force F en ce point, ce qui devait être aussi; puis, si l'on prend pour variables σ et t, au lieu de s et t, elles donnent

$$m\frac{dv}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \sigma} + m\Phi, \qquad mv^2 - T = m\rho\Psi,$$

qui sont les équations bien connues, et que j'ai utilisées pour étudier l'influence de la rotation de la Terre sur le mouvement d'un fil dans un plan horizontal ([1]).

» Les équations (1) et (2) se prêtent avec facilité à la résolution de plusieurs problèmes intéressants qui seront examinés dans un travail plus étendu. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion cristalline interne*. Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié les variations de phase produites dans la réflexion cristalline interne, par une méthode dont j'ai donné le principe dans une Communication antérieure ([2]).

» On trouvera dans un Mémoire plus étendu le détail des expériences : j'indique brièvement quelques résultats.

» 1° Dans certains cas particuliers, il y a réflexion simple. Avec une lame uniaxe à faces parallèles, taillée perpendiculairement à l'axe, le rayon incident ordinaire ne donne qu'un réfléchi ordinaire, et l'extraordinaire qu'un extraordinaire. Avec un polariseur orienté dans un azimut quelconque, on a un spectre cannelé dont les bandes sont parfaitement noires pour deux azimuts de l'analyseur. Les spectres obtenus par réflexion sur deux liquides, alcool et sulfure de carbone par exemple, ont leurs bandes exactement aux mêmes places, tant qu'il y a réflexion partielle. Seulement, les spectres sont *concordants* ou *alternés*, suivant que l'incidence est extérieure aux incidences de polarisation sur les deux liquides,

---

([1]) *Comptes rendus*, 1er avril 1889.

([2]) Brunhes, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 170.

ou comprise entre elles. Pour une incidence de 45° avec le quartz, les spectres sur l'alcool et sur le sulfure de carbone sont *alternés*.

» S'il y a réflexion totale, il y a déplacement des bandes : la valeur de ce déplacement, mesurée par la comparaison entre les spectres obtenus sur l'air et sur l'alcool, concorde avec la valeur déduite des équations de la réflexion cristalline.

» 2° Dans le cas général, il y a double réflexion. Si la réflexion est partielle, il n'y a pas de différence de phase entre les deux vibrations réfléchies provenant d'une même incidente. On a le même spectre par réflexion sur un liquide quelconque. Si l'on passe du rayon incident ordinaire à l'incident extraordinaire conjugué, on a le même spectre par réflexion, les deux spectres étant, suivant les cas, *concordants* ou *alternés*.

» Étant donnée une lame cristalline dont l'orientation cristallographique est déterminée par rapport au plan d'incidence, il existe toujours une valeur de l'incidence, et une seule, telle qu'un des deux rayons incidents donne un rayon réfléchi unique : l'autre des deux rayons incidents donne toujours deux réfléchis. Cette incidence est comprise entre l'angle limite et l'incidence de polarisation. C'est en traversant cette incidence singulière que se fait le passage du cas des deux spectres concordants au cas des spectres alternés.

» 3° Quand il y a réflexion totale, les deux rayons incidents conjugués donnent lieu à deux spectres ayant les bandes à la même place. Il y a égalité entre les différences de phases entre les deux vibrations réfléchies, qu'elles proviennent de l'incidente ordinaire ou de l'incidente extraordinaire.

» Cette égalité (égalité des phases, à 180° près) a été vérifiée pour des lames de quartz taillées et orientées de diverses manières ; elle a été vérifiée sur le spath et sur la topaze.

» Elle peut se déduire aisément des équations de M. Potier [1], étendues au cas où il y a réflexion totale. L'égalité des tangentes des différences de phase résulte de ce que, dans les formules, le sinus de l'angle imaginaire d'émergence est une quantité réelle plus grande que l'unité : le cosinus et la tangente sont des quantités *purement imaginaires*. La démonstration est en défaut dans le cas où les lignes trigonométriques de cet angle sont des *quantités complexes* ainsi que le cas se présente dans la réflexion sur un milieu absorbant. J'ai vérifié que la proposition elle-même était en défaut

---

[1] Potier, *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 349.

en étudiant la réflexion sur une surface de mercure en contact avec le cristal : les deux polarisations uniradiales ne donnent plus lieu à des spectres coïncidant.

» 4° Avec des lames de quartz parallèles à l'axe optique, circulaires, et pouvant se coller sur la face hypoténuse du prisme à liquide sous une orientation arbitraire, on a mesuré la différence de phase entre les deux vibrations réfléchies dans la réflexion totale sur l'air, par comparaison avec la réflexion partielle sur l'alcool. Les résultats ont été trouvés d'accord, au $\frac{1}{200}$ de longueur d'onde près, ce qui est le degré de précision des mesures, avec les résultats déduits de la théorie. Les calculs ont été faits en partant des équations de M. Potier.

» θ représente l'angle de la section principale et du plan d'incidence, δ la différence de marche évaluée en fraction de longueur d'onde, *t* la température d'où dépend le résultat, parce que l'indice du liquide du prisme (mélange de benzine et de sulfure de carbone) et par suite la valeur de l'incidence en dépendent.

			δ.	
θ.	*t*.		observé.	calculé.
31°15′	21°3′	D.....	0,316	0,312
		F.....	0,311	0,308
53.18	19.4	b_1.....	0,092	0,096
		F.....	0,093	0,097
44.50	21.2	D.....	0,142	0,140
		F.....	0,143	0,142

» 5° Avec le spath, qui est fortement biréfringent et pour lequel on ne peut pas, comme à la rigueur pour le quartz, négliger la biréfringence, on a eu des résultats également concordants :

22°48′	19°3′	D.....	0,092	0,096
		b_1.....	0,100	0,100

» 6° Enfin, avec une lame de quartz taillée obliquement à l'axe (l'angle a été déduit de l'observation du spectre cannelé en lumière normale), on a eu encore des nombres concordants avec la théorie.

» Angle de la normale et de l'axe : 51°45′.

41°11′	17°5′	D.....	0,091	0,087
		F.....	0,094	0,089

» Avec la même lame collée dans la même orientation, l'on peut faire deux expériences, l'une par polarisation uniradiale, l'autre par analyse

uniradiale : cela revient à faire tourner la lame de 180° dans son plan, ou à faire passer en arrière l'axe optique supposé en avant de la lame.

» On a ainsi pour la même lame, étudiée par analyse uniradiale :

15°8′	D.....	0,007	0,006

» L'expérience vérifie donc, dans le cas de la réflexion cristalline interne, les conséquences des principes sur lesquels repose la théorie de la réflexion. [1] »

PHYSIQUE ET CHIMIE. — *Préparation nouvelle et photométrie du sulfure de zinc phosphorescent.* Note de M. CHARLES HENRY, présentée par M. Mascart.

« M. Sidot a obtenu [2] du sulfure de zinc phosphorescent, en chauffant pendant quatre à cinq heures du sulfure de zinc cristallisé (soit de la blende naturelle, soit du sulfure amorphe, préalablement calciné et transformé ainsi en blende hexagonale) dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'acide sulfureux. Des cristaux phosphorescents commencent à apparaître au bout de deux heures dans la partie refroidie du tube. Cette préparation si intéressante, mais des plus laborieuses, ne permet d'obtenir que quelques grammes de matière. L'inaltérabilité du sulfure de zinc par l'acide carbonique humide, par les vapeurs ammoniacales et par les acides faibles, la teinte vert-jaunâtre de sa phosphorescence le rendant très précieux pour la photométrie et diverses applications scientifiques ou industrielles, il m'a paru utile de chercher un mode de préparation moins laborieux.

» On peut obtenir plusieurs kilogrammes à la fois d'un beau sulfure de zinc phosphorescent, en traitant par l'ammoniaque une solution parfaitement neutre de chlorure de zinc pur, en redissolvant dans un excès d'ammoniaque le précipité formé, en précipitant complètement, mais sans le moindre excès, l'oxyde de zinc ammoniacal par l'hydrogène sulfuré, en chauffant jusqu'au blanc, avec des précautions convenables, dans un creuset de terre réfractaire placé à l'intérieur d'un creuset de graphite brasqué au charbon, le sulfure de zinc amorphe parfaitement lavé et séché à l'abri de toute impureté.

---

(1) Travail fait à la Sorbonne, au laboratoire d'Enseignement physique.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 188; 1886.

» Je n'ai obtenu que des phosphorescences très faibles ou nulles, soit en partant d'autres sels que le chlorure (carbonate, nitrate, sulfate, oxalate, acétate), soit en partant directement de l'oxyde de zinc, soit en précipitant l'oxyde ammoniacal par un autre sulfure que l'acide sulfhydrique, par exemple, le sulfhydrate d'ammoniaque, ou des sulfures alcalins, comme le sulfure de sodium ou le sulfure de potassium.

» Il semblerait que le sulfure de zinc ne devient phosphorescent que quand il est parfaitement pur, contrairement à ce qui arrive pour les sulfures alcalino-terreux; c'est ce qui paraît ressortir de la préparation elle-même et de nombreux essais de chauffe après addition de matières étrangères : sulfate de manganèse, acétate de plomb, carbonate de lithium, carbonate de thallium, chlorure de strontium, sous-nitrate de bismuth, etc. qui toutes empêchent la phosphorescence, du moins dans les proportions que j'ai essayées. L'étude de ce point mériterait d'être poursuivie.

» *Intensité lumineuse maxima du sulfure de zinc.* — J'ai renfermé $5^{gr},432$ de sulfure *obtenu en grains* et de la plus grande phosphorescence que j'aie pu atteindre, dans un tube de verre de 10^{mm} de diamètre et de 42^{mm} de hauteur environ. J'ai comparé l'intensité de ce tube saturé par la lumière du magnésium à la température de 30° avec une lampe électrique bien constante, préalablement repérée avec une bougie, et alimentée par une pile thermo-électrique Gulcher. Pour cette comparaison du sulfure et de la lampe, j'ai employé le photomètre de M. Mascart. Tout écran diffuseur absorbant une quantité considérable de lumière, j'ai supprimé dans ces expériences l'écran diffuseur extérieur de cet appareil : un calcul montre que la quantité de lumière émise par une source d'intensité donnée sur l'écran Foucault du photomètre Mascart est inversement proportionnelle au carré de la distance de cette source au plan de l'écran diffuseur, que cet écran existe ou non. On a trouvé ainsi, en bougies-mètre, pour l'intensité moyenne de cet étalon de sulfure après la saturation lumineuse, le nombre 0,000215, nombre que les difficultés de l'expérience et la décroissance très rapide de l'intensité lumineuse avec le temps, dans les premiers instants, autorisent à juger trop faible.

» *Loi d'émission de la lumière du sulfure de zinc.* — Cette loi ne saurait être la même pour le sulfure obtenu en grains, lequel présente des parties dénuées de phosphorescence et pour le sulfure obtenu en poudre parfaitement homogène.

» Pour avoir une idée de la loi d'émission du sulfure en grains, j'ai rapproché du plan de l'écran diffuseur du photomètre Mascart l'étalon précité aux distances de $0^m,75$, $0^m,50$, $0^m,33$, $0^m,25$, et j'ai mesuré les temps au bout desquels trois observateurs notaient l'égalité avec l'éclairement du sulfure à 1^m, précédemment mesuré et présenté avec l'écartement nécessaire du diaphragme par la lampe Pigeon de ce photomètre. Les éclairements du sulfure à ces distances et celui de cette lampe ont paru respectivement égaux au bout de trois, sept, onze et quatorze secondes. Il en résultait pour la loi de déperdition de la lumière jusqu'à quatorze secondes la relation

$$i_t = i_0 e^{-at},$$

i désignant l'intensité et t le temps. En effet, on déduit de cette formule, en utilisant les quatre séries d'expériences, pour la vitesse d'émission a, les valeurs sensiblement constantes 0,1904, 0,1981, 0,1997, 0,1998. La faiblesse de l'intensité lumineuse et l'inapplicabilité de la loi du carré des distances pour les distances très petites de l'objet à l'écran diffuseur ne permettaient pas d'étudier, pour des durées plus longues, la loi d'émission, d'ailleurs incomparablement moins intéressante pour des grains que pour des poudres homogènes.

» J'ai comparé l'éclat propre du sulfure *obtenu en poudre* et fixé sur un carton à l'éclat d'un écran translucide éclairé par une bougie ou par la lampe électrique précitée : il s'agissait de noter les distances auxquelles il convenait de reculer la source pour obtenir l'égalité de teinte de l'écran translucide et de l'écran phosphorescent au bout de temps donnés après la saturation lumineuse. Mes observations, remarquablement concordantes avec celles de deux autres observateurs, sont représentées d'une manière satisfaisante par la formule

$$i^{0,5936}(t+27,18)=1647,5.$$

» Edmond Becquerel est arrivé pour la loi de décroissement de l'intensité lumineuse du sulfure de strontium à une formule analogue

$$i^{0,806}(t+2,83)=2,83.$$

» J'espère pouvoir prochainement soumettre à l'Académie des applications de la loi de déperdition lumineuse du sulfure de zinc à la solution de divers problèmes de photométrie et d'optique physiologique (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les antimonites de pyrogallol.* Note de MM. **H. Causse** et **C. Bayard**, présentée par M. Friedel.

« Dans un travail précédent, l'un de nous a décrit l'antimonite acide de pyrocatéchine (²), et il a indiqué que seuls les phénols ayant leurs fonctions en position ortho donnaient un éther avec l'acide antimonieux.

» Le pyrogallol, phénol triatomique, possède deux fonctions occupant la position ortho, aussi donnent-elles un premier éther ou antimonite acide de pyrogallol ; quant à la troisième fonction, bien que le choix entre les positions para ou méta ne soit pas définitivement établi, nous montrerons cependant qu'elle peut entrer en réaction, pour donner avec l'acide antimonieux normal SbO^3H^3 un antimonite neutre.

(¹) La partie photométrique de ce travail a été exécutée au Laboratoire des travaux mécaniques de la Compagnie parisienne du gaz.

(²) Note de M. H. Causse, *Comptes rendus*, 9 mai 1892.

» On dissout 100gr de protochlorure d'antimoine cristallisé $SbCl^3$ dans 250cc de solution de sel marin saturée à la température ordinaire. La solution est filtrée et versée par petites portions dans la suivante, obtenue avec 50gr de pyrogallol dissous dans 250gr de solution également saturée de chlorure de sodium. Il se produit un précipité blanc floconneux : au moment où il cesse de se former, on arrête l'opération et on laisse le tout en contact durant quelques heures. Les flocons ne tardent pas à se transformer en petits cristaux beaucoup plus denses; on décante alors le liquide et l'on reçoit le précipité sur un filtre. L'eau mère est éliminée entièrement par compression entre des doubles de papier Joseph; le précipité est séché et lavé à l'eau distillée, jusqu'à élimination du chlorure de sodium; enfin, après purification, séché de nouveau à la température ordinaire.

» Ainsi qu'il a été dit dans un Mémoire précédent, le chlorure de sodium s'oppose à l'action dissociante de l'eau sur le protochlorure d'antimoine, et le précipité cristallin obtenu à froid par le mélange des deux liqueurs est une combinaison définie, sans mélange avec des quantités variables d'oxyde d'antimoine.

» *Propriétés.* — L'antimonite acide de pyrogallol possède les mêmes propriétés que celui de pyrocatéchine. Il est en petits cristaux microscopiques insolubles dans l'eau, l'alcool, le benzène et le chloroforme, soluble dans les acides nitrique, sulfurique et chlorhydrique. La solution chlorhydrique est accompagnée d'une saponification complète, car elle se comporte comme du chlorure d'antimoine : l'hydrogène sulfuré en sépare tout l'antimoine à l'état de sulfure jaune orangé, l'addition de l'eau fait apparaître de l'oxychlorure, tandis que l'introduction de l'acide tartrique s'oppose à la précipitation par l'eau.

» D'après l'analyse, le composé que nous venons de décrire ne serait autre que l'antimonite acide de pyrogallol formé d'après l'équation

$$C^6H^5O^2 + SbO^3H^3 = C^6H^3\begin{cases}\diagup O \diagdown \\ -O\diagup \\ \diagdown OH\end{cases} Sb\,OH + 2H^2O.$$

» *Antimonite neutre* $C^6H^3O^3Sb$. — Il s'obtient comme le précédent, mais en opérant à chaud.

» La solution de pyrogallol étant placée sur un bain-marie bouillant, on verse peu à peu le chlorure d'antimoine : tout d'abord, les premières portions ne donnent lieu à aucun dépôt, mais en continuant l'introduction du chlorure, il arrive un moment où l'on voit se séparer des cristaux dont on entretient la formation en épuisant tout le chlorure. On laisse refroidir, on décante et on procède à la purification comme il a été dit plus haut.

» L'antimonite neutre jouit des mêmes propriétés que l'antimonite acide, et, n'était la composition, la différence des deux composés serait délicate à établir.

» *Action de l'anhydride acétique.* — L'anhydride acétique ne réagit, sur l'antimonite neutre ou acide, qu'à la température de 100°; on obtient une solution claire d'où l'alcool absolu précipite de l'oxyde d'antimoine, tandis que la liqueur évaporée abandonne l'éther triacétique du pyrogallol.

» *Action du chlorure d'acétyle.* — Le chlorure d'acétyle réagit avec violence sur l'un et l'autre des antimonites, il y a dégagement de chaleur et même explosion. Pour modérer la réaction on introduit 10^{gr} d'antimonite dans un matras plongé dans l'eau froide, on ajoute 20^{gr} d'anhydride acétique et peu à peu 30^{gr} de chlorure d'acétyle : quand la réaction est calmée, on élève lentement la température vers 40°; l'antimonite se dissout totalement et par refroidissement le matras se remplit de cristaux. On jette le tout sur un entonnoir, on sèche à l'air, on lave à l'éther et enfin avec une solution faible d'acide chlorhydrique pour enlever les dernières traces d'oxyde d'antimoine.

» La substance ainsi obtenue est en cristaux blancs nacrés, fusibles à 51°, insolubles dans tous les dissolvants, excepté cependant l'acide nitrique fumant. Ils ont la même composition que l'éther triacétique du pyrogallol.

» D'après ces faits, le chlorure d'acétyle aussi bien que l'anhydride acétique n'engendrent aucun produit de substitution; quel que soit l'antimonite neutre ou acide, il est dédoublé en chlorure d'antimoine et en éther triacétique du pyrogallol. Le chlorure de benzoyle conduit exactement au même résultat.

» Étant donnée la réaction particulière de l'oxyde d'antimoine sur les phénols, réaction qui est limitée aux fonctions voisines, la formation d'un antimonite neutre dans lequel les trois fonctions phénoliques du pyrogallol sont entrées en réaction est une preuve de plus à l'appui de la formule

$$C^6H^3\begin{cases}OH\ (1)\\ OH\ (2)\\ OH\ (3)\end{cases}$$

[1]; la troisième fonction occuperait la position méta, et non la position para, comme on l'admet généralement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers tartriques.* Note de M. P. Freundler, présentée par M. Friedel.

« Sur les conseils de M. Ph.-A. Guye, j'ai repris pour la compléter l'étude des éthers tartriques qui présentent un intérêt particulier au point de vue des lois du pouvoir rotatoire déduites de la notion du produit d'asymétrie.

(1) Voir *Comptes rendus,* Note de M. de Forcrand.

» J'ai obtenu jusqu'à présent les éthers méthyliques, éthyliques, propyliques normaux et isobutyliques dérivés des acides diacétyltartrique, dipropionyltartrique et dibutyryltartrique (acide butyrique normal) ainsi que l'éther butylique normal de l'acide diacétyltartrique; en tout treize composés, nouveaux, à l'exception des diacétyltartrates de méthyle, d'éthyle, de propyle et d'isobutyle, déjà étudiés, mais dont les pouvoirs rotatoires n'ont été mesurés qu'en solution (A. Pictet).

» La méthode de préparation que j'ai employée est celle décrite par MM. Perkin, Wislicenus, Anschütz et A. Pictet dans leurs recherches sur les éthers tartriques. Elle consiste à faire réagir en proportions théoriques les chlorures d'acide sur les tartrates neutres de méthyle, éthyle, propyle, etc. La réaction se fait au bain-marie. On lave ensuite à l'eau et l'on distille. Les rendements ont toujours été très satisfaisants.

» A l'exception des diacétyltartrates de méthyle et d'éthyle, tous les éthers que j'ai préparés sont liquides à la température ordinaire, quelques-uns semblent cependant être surfondus. Leur consistance est un peu sirupeuse; ils ont très peu d'odeur. Ils peuvent être distillés sous la pression atmosphérique sans altération sensible de leur pouvoir rotatoire. Cette stabilité de types dissymétriques à une température aussi élevée que le point d'ébullition de ces éthers (300° environ) doit être signalée.

» Leurs propriétés optiques, telles qu'elles résultent d'une première série de mesures sont consignées dans le Tableau suivant. Les déviations polarimétriques, mesurées à la température ordinaire, se rapportent à une colonne de liquide de 100^{mm}. Pour le diacétyltartrate d'éthyle solide à la température ordinaire, j'ai pu cependant faire une détermination sur ce composé à l'état de surfusion. M. A. Pictet qui avait opéré sur une dissolution alcoolique avait trouvé $[\alpha]_D = +1,02$, nombre assez différent, dont mes propres recherches vérifient l'exactitude. Ce résultat met une fois de plus en évidence l'action exercée par les dissolvants sur le pouvoir rotatoire.

	Acides		
	diacétyltartrique.	dipropionyl-tartrique.	dibutyryl-tartrique.
Éthers méthyliques...........	$[\alpha]_D = -14,29$ (Pictet)	$\alpha = -12$	$\alpha = -13$
Éthers éthyliques...........	$\alpha = +5,0$	$\alpha = +0,3$	$\alpha = -1,0$
Éthers propyliques normaux...	$\alpha = +13,5$	$\alpha = +7,9$	$\alpha = +5,4$
Éthers butyliques normaux....	$\alpha = +17,8$		
Éthers isobutyliques primaires.	$\alpha = +11,3$	$\alpha = +9,2$	$\alpha = +7,1$

» Voici maintenant les premières conséquences qui peuvent se déduire de l'examen des résultats numériques.

» D'une manière générale, les lois sur les changements de signe du pouvoir rotatoire se vérifient bien. A partir d'un même corps actif droit, l'acide tartrique, on peut obtenir des dérivés dextrogyres et d'autres lévogyres.

» Dans chaque série se trouve un terme caractérisé par deux masses égales formées des mêmes atomes, soit
le diacétyltartrate de méthyle avec les deux masses

$$CH^3.CO.O = 59 = CO.O.CH^3;$$

le dipropionyltartrate d'éthyle avec les deux masses

$$C^2H^5.CO.O = 73 = CO.O.C^2H^5;$$

le dibutyryltartrate de propyle avec les deux masses

$$C^3H^7.CO.O = 87 = CO.O.C^3H^7.$$

» Si les deux masses étaient rigoureusement concentrées aux sommets du tétraèdre schématique représentant le carbone asymétrique, ces trois composés devraient être inactifs. De fait, ils sont cependant tous actifs. Ainsi se trouve confirmée l'opinion émise par M. Guye : que si la masse constitue le principal facteur permettant de prévoir le signe de l'activité optique, il faut encore tenir compte de l'arrangement des atomes ou, ce qui revient au même, des bras de levier sur lesquels agissent les masses.

» Enfin, dans chaque série, les masses croissent par addition d'un résidu $CH^2 = 14$, soit un des plus petits accroissements réalisables par les méthodes de synthèse organique, et cependant les termes qui précèdent et qui suivent dans chaque série l'éther à masses égales sont toujours de signes contraires, conformément aux lois qui fixent le sens du pouvoir rotatoire. Les perturbations auxquelles ces lois se trouvent soumises, par l'action des bras de levier, ne deviennent donc appréciables que lorsque deux des masses sont égales ou presque égales, conformément à la démonstration qui en a été donnée [1].

---

[1] Ph.-A. Guye, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 223; 1892, et surtout *Confér. Soc. chim.*, p. 169; 1889-1892.

» On pourrait encore tirer des observations ci-dessus d'autres conséquences relatives à la distribution et à la condensation des masses autour de l'atome de carbone asymétrique. Je me propose de les développer plus tard, lorsque j'aurai poussé plus loin les recherches expérimentales dont je viens de rendre compte ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage volumétrique des alcaloïdes.* Note de M. **L. Barthe**, présentée par M. Friedel.

« J'ai constaté que les alcaloïdes d'origine végétale les mieux connus sont sans action sur la phtaléine du phénol qu'ils laissent dans l'état où on la leur présente : incolore si le milieu est neutre ou acide, rose si le milieu est rendu alcalin par une base minérale. Telles sont : la quinine, cinchonine, cinchonamine, cinchonidine, quinidine, morphine, codéine, cocaïne, aconitine amorphe et aconitine cristallisée, strychnine, brucine, ésérine, vératrine, pilocarpine, duboisine, spartéine. En combinant cette observation qui est faite, je crois, pour la première fois, avec la propriété bien connue des bases végétales de bleuir le tournesol rouge, j'ai institué un procédé général d'analyse volumétrique des alcaloïdes.

» Si quelques principes végétaux, considérés jusqu'ici comme alcaloïdes, ne réagissent pas sensiblement vis-à-vis de la phtaléine et du tournesol, c'est que, sans doute, leurs propriétés sont encore imparfaitement connues et que leurs fonctions chimiques ont besoin d'être précisées; par exemple, la narcotine qui, d'après MM. A. Pictet et Fluckiger, peut être difficilement envisagée comme un alcaloïde et qui est sans action sur la phtaléine et le tournesol, et l'atropine qui se comporte à l'égard de la phtaléine et du tournesol comme un acide faible.

» Quoi qu'il en soit, l'alcaloïde à doser doit toujours être amené à l'aide d'un acide minéral, acide sulfurique par exemple, à l'état de sel soluble dans l'eau, ou dans un liquide légèrement alcoolique. Un excès d'acide ne gêne en rien l'opération; il la facilite au contraire. La présence d'un sel quelconque des bases alcalines ou terreuses, et même d'un certain nombre d'autres métaux (zinc, par exemple) est sans influence sur le procédé.

([1]) Travail fait au laboratoire de l'École des Arts industriels de Genève; août 1892.

» Le mode opératoire suivant s'applique avec la plus grande facilité au dosage des alcaloïdes ci-dessus désignés, en même temps que des acides auxquels ils peuvent être combinés.

» 1° *Dosage de l'acide.* — Dans un vase de Bohême on introduit $\frac{1}{1000}$ d'équivalent de l'alcaloïde ou du sel d'alcaloïde avec 10^cc^ d'acide sulfurique déci-normal pour le sel ou 20^cc^ pour l'alcaloïde. On ajoute 20^cc^ d'alcool à 90° neutre, et trois ou quatre gouttes de solution alcoolique de phtaléine. Tous les sels d'alcaloïdes se dissolvent dans cette liqueur alcoolique acide. On verse alors de la potasse déci-normale jusqu'à apparition de la teinte rose de la phtaléine. Le nombre de centimètres cubes de potasse décime employée exprime tout l'acide libre ou combiné existant dans le mélange. La teinte rose de la phtaléine n'apparaît que lorsque tout l'alcaloïde est à l'état libre dans la liqueur : en solution transparente si l'alcaloïde est soluble dans l'alcool faible et neutre, à l'état de précipité, s'il y est insoluble. On a ainsi un mélange indifférent vis-à-vis de la phtaléine, mais alcalin au tournesol par suite de la mise en liberté de l'alcaloïde.

» 2° *Dosage de l'alcaloïde.* — Dans un second vase de Bohême, on introduit $\frac{1}{1000}$ d'équivalent de l'alcaloïde ou du sel de l'alcaloïde avec 10^cc^ ou 20^cc^ d'acide sulfurique normal décime, puis quelques gouttes de teinture de tournesol sensible. On ramène exactement au bleu avec de la potasse normale décime. Le nombre de centimètres cubes de liqueur alcaline employée dans cette deuxième saturation représente seulement l'acide libre. Ce nombre soustrait du chiffre qui, dans l'opération précédente, mesurait l'acide total, exprime précisément la quantité d'acide sulfurique combiné à l'alcaloïde à l'état de sel basique, et par suite le poids même de l'alcaloïde. Il suffit, en effet, de multiplier le résultat de la soustraction par $\frac{1}{10000}$ d'équivalent de l'alcaloïde en expérience. Les facteurs sont évidemment :

0,0324 pour la quinine anhydre.
0,0294 pour la cinchonine.
0,0317 pour la codéine (H^2O).
0,0303 pour la morphine (H^2O).

» L'exemple ci-dessous, très général d'ailleurs, montre comment la méthode dose directement non seulement l'alcaloïde et l'acide libre ou combiné, mais encore l'eau de cristallisation quand elle existe :

» 1° $\frac{1}{1000}$ d'équivalent, soit $0^{gr},436$ de sulfate de quinine basique cristallisé à 7 équivalents d'eau, provenant d'une des meilleures fabriques, a été introduit dans un vase de Bohême contenant 10^{cc} d'acide sulfurique normal décime, 20^{cc} d'alcool à 90° avec quelques gouttes de phtaléine; après dissolution il a fallu employer $20^{cc},5$ de solution de potasse normale décime pour produire la teinte rose. Le sulfate de quinine contenait $(20,5 - 10) \times 0,0049 = 0^{gr},06045$ d'acide sulfurique.

» 2° Une nouvelle prise de $0^{gr},436$ du même sulfate basique de quinine a été dissoute dans 10^{cc} d'acide sulfurique normal décime additionné de 20^{cc} d'alcool et de quelques gouttes de teinture de tournesol. Il a fallu employer $10^{cc},3$ de liqueur alcaline pour ramener au bleu le tournesol.

» Le sulfate de quinine contenait $(20,5 - 10,3) \times 0,0324 = 0,33048$ de quinine anhydre.

Composition de l'échantillon analysé :

	Trouvé.	Pour 100.	Sel théoriquement pur, pour 100.
Acide sulfurique..........	0,06045	13,86	11,24
Quinine..................	0,33048	75,77	74,31
Eau (par différence)......	0,04507	10,37	14,45

» Il est bien entendu que, par un essai préalable, on s'est d'abord assuré que le sulfate de quinine était absolument privé de matières étrangères.

» L'analyse démontre que l'échantillon est effleuri et mélangé d'un peu de sel neutre.

» Les nombreux dosages, faits sur les différents sels d'alcaloïdes énumérés plus haut, ont constamment fourni des résultats aussi rapprochés que possible de la théorie, et confirmé ainsi l'exactitude de la méthode. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur un nouveau mode de fabrication des briques, usité dans certaines parties de l'Asie centrale.* Note de M. **Édouard Blanc**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Au cours du voyage d'exploration scientifique que nous avons fait en Asie centrale, pendant les années 1890-91, nous avons eu l'occasion d'observer un curieux procédé de fabrication des briques. Ce procédé, très simple et peu coûteux, donne lieu à des phénomènes chimiques non encore étudiés : c'est à ce titre que nous avons l'honneur d'en donner connaissance à l'Académie.

» Ce mode de cuisson des briques est employé dans la partie occidentale de la Mongolie ainsi que dans la Dzoungarie, et notamment par les peuplades qui portent le nom de *Doungans* et de *Tarantchis*. Ces peuplades, qui habitent la partie septentrionale et nord-ouest de l'empire chinois, c'est-à-dire les frontières de Sibérie, ont à supporter des températures qui peuvent être très chaudes en été, mais qui sont surtout extrêmement froides en hiver. Par conséquent, leurs constructions doivent être faites avec des matériaux très résistants, au point de vue des variations de température qui atteignent souvent une très grande amplitude dans une période de temps très courte.

» Dans de pareilles conditions, où presque toutes les roches naturelles se désagrègent, les briques cuites par le procédé ordinaire s'altèrent et s'ef-

fritent avec une très grande rapidité. Au contraire, les briques cuites par le procédé que nous allons indiquer, bien que faites avec la même argile que les autres, résistent parfaitement aux intempéries et présentent en outre une dureté et une cohésion tout à fait extraordinaires. Ce résultat est obtenu simplement par l'action de la vapeur d'eau.

» Ce procédé est intéressant à deux points de vue : 1° avec des argiles de qualité médiocre, et au moyen d'appareils d'une grande simplicité, il permet d'obtenir des matériaux présentant des qualités de résistance et de solidité tout à fait supérieures ; 2° son principe repose sur des réactions chimiques nouvelles pour nous et qu'il est intéressant d'expliquer.

» La disposition de l'appareil est la suivante. Le four a la forme d'un cylindre vertical surmonté d'un dôme. Généralement, pour plus d'économie dans la construction ainsi que pour diminuer la perte de chaleur, la plus grande partie de la portion cylindrique (les $\frac{2}{3}$ environ de la hauteur) est creusée dans la terre. Le dôme est au-dessus du sol : il est construit simplement en argile, et son épaisseur à la base est aussi considérable que possible (généralement 4 archines, soit $2^m,80$ à la base) ; il s'amincit sur le sommet. Ce dôme, habituellement en plein cintre, est percé à sa partie supérieure d'un trou assez large qui reste ouvert pendant la première partie de la cuisson, et qui sert à l'échappement de la fumée et des gaz.

» Pour fixer les idées, nous indiquerons les dimensions que l'on donne le plus fréquemment à l'un de ces fours. On peut donner à la partie cylindrique 6^m de diamètre intérieur et une hauteur de 4^m dont 3^m au-dessous du niveau du sol et 1^m au-dessus. Le trou placé au sommet du dôme peut avoir $1^m,50$ de diamètre au début de l'opération. Au niveau du sol est pratiquée, dans la partie latérale du dôme, une galerie étroite qui sert à y introduire et à en extraire les briques ; cette galerie est bouchée pendant la cuisson. Une partie de la sole horizontale qui forme le fond du trou est constituée par une grille faite de briques non juxtaposées ; sous cette grille, se trouve une chambre qui sert de foyer, et où l'on introduit le combustible par une galerie inclinée qui s'ouvre au dehors. Trois évents ou cheminées d'appel, d'environ $0^m,25$ de diamètre, prennent naissance à l'intérieur du four, tout à fait au bas de sa paroi verticale, et vont s'ouvrir à l'extérieur dans le haut du dôme. Au début de l'opération, leurs orifices extérieurs sont hermétiquement bouchés avec de l'argile.

» La marche de l'opération est la suivante. Les briques sont placées par séries verticales dont le plan est en éventail, de manière à rayonner autour de la partie de la sole qui est à claire voie, et sous laquelle est allumé le

feu. Ces briques n'ont pas moins de $0^m,11$ dans leur plus petite épaisseur, ce qui leur donne $0^m,22$ de largeur et $0^m,44$ de longueur; elles auraient peine à cuire jusqu'au centre par les procédés ordinaires. Un four comme celui qui vient d'être décrit peut en contenir environ 7000. On ne les accumule pas tout à fait jusqu'au sommet du dôme, de manière à réserver une chambre vide au sommet de celui-ci.

» Les briques étant ainsi disposées, on allume le feu et on le pousse sans interruption pendant trois jours. La quantité de combustible dépensée pendant ce temps, pour une fournée, est de 35 charges de chameau, pesant 7000^{kg} (à 200^{kg} l'une). Le combustible employé est une herbe annuelle et assez fortement lignifiée, l'*alhagi camelorum*, dont la valeur calorifique est assez considérable. Le troisième jour, on rétrécit peu à peu l'ouverture supérieure du dôme avec des mottes d'argile mouillée jusqu'à ce qu'elle n'ait plus que $0^m,80$ à 1^m au plus de diamètre; puis, après avoir laissé tomber la flamme, on bouche hermétiquement l'ouverture avec une couverture de feutre trempée dans l'eau. On charge cette couverture avec du sable, de manière à lui faire former une sorte de poche, où l'on verse constamment de l'eau. En même temps, on débouche les trois évents latéraux, et l'on ranime le feu, que l'on entretient très activement pendant quatre jours. Le tirage, qui se faisait de bas en haut, se fait alors de haut en bas; il doit donc subir un retournement pendant lequel la vapeur d'eau qui s'est répandue dans le four, à travers la paroi de feutre, subit une surchauffe et atteint une pression plus forte que la pression atmosphérique. C'est sans doute cet excès de chaleur et de pression qui donne lieu aux réactions chimiques caractéristiques de cette opération. Par la disposition qui vient d'être indiquée, on donne au four une portion de paroi filtrante qui émet sans cesse à l'intérieur de la vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau passe, de haut en bas, à travers la masse des briques chauffées au rouge et leur fait subir une transformation moléculaire particulière.

» Par suite de cette réaction, les briques qui, à la fin du troisième jour, étaient d'un rouge clair et d'une consistance médiocre, prennent une couleur gris foncé uniforme; leur structure prend une apparence poreuse; elles deviennent très sonores et d'une grande dureté; leur cassure est nette et à vive arête, mais sans être vitreuse. Elles prennent, en somme, l'apparence de certaines roches trachytiques. Il est probable qu'en effet il se forme, sous l'action de la vapeur d'eau, une sorte de trachyte artificiel.

» La quantité de combustible dépensée pendant la seconde période de

cuisson est, pour une fournée, de 45 charges de chameau, pesant 9000^{kg}. Le combustible est celui qui a été indiqué ci-dessus (branches d'*alhagi camelorum*). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédé pour reconnaître la pureté des huiles de coprah et des huiles de palmiste.* Note de M. **Ernest Milliau**, présentée par M. Troost.

« A 30°-31° C. l'huile de coprah (coco) pure est soluble dans deux fois son volume d'alcool absolu. A la même température, l'huile de palmiste est soluble dans quatre fois son volume d'alcool absolu.

» Additionnées d'huiles végétales ou de graisses animales peu solubles (addition au vingtième et au-dessous), l'une et l'autre deviennent presque insolubles dans les mêmes quantités d'alcool absolu, l'action dissolvante de ce dernier ne déterminant pas le fractionnement des parties, et le mélange ayant acquis une solubilité qui lui est propre et nullement dépendante des proportions de matières grasses solubles et insolubles qui le composent.

» Ces différences de solubilité permettent de vérifier avec précision la pureté de ces huiles concrètes, dont l'analyse chimique ne donne que des résultats souvent incertains et quelquefois contradictoires, surtout pour de faibles mélanges.

MODE OPÉRATOIRE.

» *Première opération.* — On agite, dans un tube à essai gradué en centimètres cubes, pendant une minute, 20^{cc} de l'huile à examiner avec 40^{cc} d'alcool à 90°. L'huile dépouillée de ses acides gras libres et de ses impuretés se dépose dans le fond du tube. Ce traitement préliminaire, indispensable, peut donner certaines indications.

» L'alcool à 95° absorbe une certaine quantité de matières grasses neutres, et l'huile dissout elle-même de 15 à 20 pour 100 d'alcool.

» Le pouvoir dissolvant de l'huile diminue sensiblement par l'addition d'huiles insolubles, tandis que celui de l'alcool augmente par l'addition d'huiles solubles dans l'alcool à 95° : ricin, résine, etc., huiles qu'on peut alors facilement caractériser par leurs propriétés physiques et chimiques très tranchées.

» *Deuxième opération.* — Dans un tube à essai, gradué en centimètres cubes, on traite 5^{cc} de l'huile de coprah lavée à l'alcool à 95°, par 10^{cc} d'alcool absolu, et l'on place le tube dans un bain-marie chauffé très exactement à 30°-31° C. Après quelques instants d'immersion, on agite vivement le tube pendant trente secondes et on le replace dans le bain-marie.

» L'huile de coprah pure se dissout complètement, et la solution alcoolique est parfaitement limpide.

» L'huile de coprah additionnée d'huiles insolubles (falsification la plus fréquente), arachide, sésame, coton, maïs, etc. ne se dissout sensiblement pas, et forme une masse trouble avec l'alcool absolu dont elle se sépare rapidement, pour tomber en fines gouttelettes au fond du tube où elle vient se rassembler. L'huile de coprah contenant de l'huile de palmiste se précipite, lorsque la proportion du mélange atteint 20 pour 100; au-dessous, la masse reste trouble.

» La vérification de l'huile de palmiste se fait comme il vient d'être dit, en mettant 20^{cc} d'alcool absolu, au lieu de 10, et en opérant toujours avec 5^{cc} d'huile et à la température de 30°-31°C.

» 5^{cc} d'huile de palmiste, contenant 20 pour 100 d'huile de coprah et au-dessus, se dissolvent dans 15^{cc} d'alcool absolu; dans les mêmes proportions, l'huile pure ne se dissout pas complètement et le mélange reste trouble.

» La pureté des tourteaux de coprah et de palmiste se constate en extrayant par un dissolvant quelconque, une quantité suffisante d'huile, qu'on traite de la même manière (¹).

» L'adultération des huiles de coprah et de palmiste peut causer les plus graves préjudices à la savonnerie française, qui en consomme annuellement près de 100 millions de kilogrammes, et à l'agriculture qui utilise les tourteaux pour ses besoins.

» Le procédé qui vient d'être exposé permet de constater leur pureté. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Du rôle de la spermine dans les oxydations intra-organiques*. Note de M. **Alexandre Pœhl**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans la séance du 18 juillet 1892, M. Duclaux a présenté à l'Académie une Note sur une des réactions de la spermine. Cette base, avais-je dit, favorise par son contact l'oxydation du magnésium métallique au sein des solutions aqueuses de certains chlorures ($PtCl^4$, $HgCl^2$, $CuCl^2$, etc.). M. Duclaux pense que la spermine n'intervient que physiquement dans cette réaction; elle rendrait le liquide mousseux comme le feraient la saponine ou le savon et augmenterait l'oxydation en étalant le magnésium sur une très grande surface de parois liquides. Il fonde son opinion sur les faits suivants : Pour saturer, après vingt-quatre heures de contact, trois

(¹) Si l'on veut opérer à une température plus basse, la proportion d'alcool absolu doit être augmentée; à 25°-26° par exemple, il faut la doubler, et mettre, pour 5^{cc} d'huile de coprah ou de palmiste, 20^{cc} d'alcool dans le premier cas et 40^{cc} dans le second.

mélanges faits chacun avec $0^{gr},100$ de magnésium en poudre, $0^{gr},040$ de chlorure d'or et 25^{cc} d'eau, il a fallu 18^{cc} d'acide sulfurique décime, lorsqu'on n'a rien ajouté; 19^{cc} lorsqu'on a ajouté $0^{gr},010$ de spermine, et $19^{cc},2$ lorsqu'on ajoute $0^{gr},010$ de saponine.

» Il était difficile de s'attendre à un résultat différent. La quantité d'acide nécessaire pour saturer ces mélanges dépend, en effet, presque uniquement de la quantité de magnésium présent, que ce métal soit oxydé ou non. Mes essais m'ont en effet démontré que, dans la réaction assez complexe qui intervient, on arrive en suivant la marche indiquée par M. Duclaux au même résultat, que le magnésium soit ou non oxydé ou carbonaté.

» Pour contrôler de nouveau le rôle actif de la spermine dans l'oxydation du magnésium, j'ai opéré comme il suit :

» La spermine étant précipitée par le chlorure d'or, j'ai remplacé ce réactif par du chlorure de cuivre $CuCl^2$ et dosé le volume d'hydrogène dégagé au dépens de l'eau au cours de l'oxydation du magnésium, volume qui est en rapport avec l'intensité de l'oxydation. Comme contre-épreuve de l'expérience, lorsque le dégagement d'hydrogène a cessé, j'ajoute au mélange de l'acide chlorhydrique en excès, et la quantité d'hydrogène qui se dégage de nouveau m'indique approximativement la quantité de magnésium qui était resté à l'état métallique.

» Voici les résultats de ces expériences; ils montrent bien que l'intensité de l'oxydation n'est pas en rapport avec la quantité de spermine employée, que cette base agit par sa présence, même à des doses où elle ne rend aucunement le liquide mousseux, et qu'elle ne saurait être remplacée par la saponine qui jouit à un haut degré de cette dernière propriété.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Magnésium métallique en poudre	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$
Solution de chlorure de cuivre ($CuCl^2$) au $\frac{14}{1000}$	4^{cc}	4^{cc}	4^{cc}	4^{cc}	4^{cc}
Eau	50^{cc}	50^{cc}	50^{cc}	50^{cc}	50^{cc}
Spermine	$0^{gr},04$	$0^{gr},007$	$0^{gr},004$	0	0
Saponine	0	0	0	$0^{gr},004$	0
Centimètres cubes d'hydrogène recueillis après 24 heures et ramenés à $t=0$ et $H=760$.	432,52	431,59	432,98	141,10	65,80
Hydrogène produit par l'addition, au bout de 24 heures, de 3^{cc} HCl ($d=1124$). Volumes ramenés à $t=0$ et $H=760$	25,84	25,98	26,14	313,95	394,24
Somme totale de l'hydrogène recueilli	458,36	457,57	459,12	455,05	460,04

» L'intervention de la spermine, même à doses très faibles, est donc manifeste ([1]).

» D'autre part, l'explication que j'ai donnée, du rôle de la spermine dans les oxydations intra-organiques, est appuyée sur un ensemble de considérations et de dosages que je ne rappellerai ici qu'en quelques mots.

» Sous l'influence des injections sous-cutanées de spermine, même à faible dose, on remarque : soit une diminution sensible des leucomaïnes urinaires, avec augmentation de l'urée, soit une augmentation subite de ces leucomaïnes sans changement sensible de l'urée, mais bientôt suivie d'une augmentation définitive d'urée avec disparition corrélative des leucomaïnes ([2]). Ces résultats sont bien conformes à la théorie des oxydations intra-organiques donnée par M. A. Gautier ([3]) en 1883, lorsqu'il fit la découverte des leucomaïnes. Ils montrent le rôle que joue l'oxydation, soit pour détruire les leucomaïnes, soit pour les éliminer en les simplifiant et les rendant propres à traverser les reins.

» Les nombreuses expériences du professeur Prince Tarchanoff ([4]) ont établi l'effet tonique des injections de spermine sur les animaux placés dans des conditions où les oxydations physiologiques intra-organiques sont diminuées; par exemple chez ceux dont la moëlle épinière a été tranchée (Quinquaud) ou qui sont sous l'influence du chloroforme (Richet) ou de l'alcool (Nencky, Simanowsky et Schoumoff).

» A son tour, le Dr Weljaminoff a constaté ([5]) l'effet tonique de

---

([1]) Les mêmes phénomènes se produisent, au degré près, avec le magnésium en plaques, auquel cas il est impossible d'admettre que l'oxydation du métal soit due à ce que, sous l'influence de la viscosité de la liqueur, le métal se présente à l'air sous de larges surfaces.

([2]) La méthode de dosage que j'employais était la suivante : A 100^{cc} d'urine, j'ajoutais 25^{cc} d'acide chlorhydrique HCl ($d = 1,124$) et 10^{cc} de solution au $\frac{1}{10}$ d'acide phosphotungstique. Le précipité se compose de leucomaïnes à l'état de phosphotungstates. Je dosais l'azote de ce précipité par la méthode de Kjeldahl. Dans les cas où il y avait de l'albumine ou de la peptone, j'éliminais d'abord ces corps en les précipitant par l'acide phosphotungstique en présence de l'acide acétique. Pour faire ces recherches avec une complète exactitude, il convient d'employer la méthode que M. A. Gautier a donnée, dans sa Communication du 24 juin 1892, à la Société chimique de Paris.

([3]) A. Gautier, *Ptomaïnes et Leucomaïnes*. G. Masson, éditeur. Paris, 1886. — *Traité de Chimie*, t. III, p. 229 et 771. Paris, 1892.

([4]) *Bulletin de la Société des médecins russes*, 7 février 1891.

([5]) *Bulletin de la Société médicale de Saint-Pétersbourg*, 26 février 1891.

la spermine dans une série d'opérations chirurgicales graves. Dans un des cas, par exemple (hystérectonomie combinée), où l'on avait dû employer jusqu'à 180^{gr} de chloroforme. Chez les malades atteints d'affections cancéreuses, l'emploi de la spermine amène aussi une sensation de bien-être général; on sait que Tœpfer a constaté, en effet, chez ces malades une augmentation notable des leucomaïnes.

» Les effets les plus remarquables sont observés dans les maladies nerveuses compliquées d'anémie où nous savons que les oxydations physiologiques sont ralenties : neurasthénie (Victoroff, Schicharew, Nensberg, Roschtschinin); hémiplégie (Hübbenet, Schicharew); hystéro-épilepsie et angine de poitrine et du cœur (Kostjurin); méningite chronique (Tuluscheff); hémiplégie et périencéphalite (Victoroff); *tabes dorsalis* (Alb. Eulenburg).

» En fait, tous les médecins, et ils sont en grand nombre, qui ont employé la spermine ont constaté ses effets toniques et une augmentation du bien-être général, indice de l'augmentation des oxydations organiques que je crois avoir établie par mes expériences directes. Si la vie est une lutte perpétuelle contre la mort, la spermine est probablement pour la cellule un des agents les plus efficaces de cette résistance. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration, la transpiration et le poids sec des feuilles développées au soleil et à l'ombre.* Note de M. **L. Géneau de Lamarlière**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note précédente [1], j'ai montré que l'intensité de la décomposition de l'acide carbonique par la chlorophylle était plus grande, à surface égale et pour une même lumière, dans les feuilles développées au soleil que dans celles qui se sont développées à l'ombre. J'ai étendu mes recherches comparatives à deux autres fonctions de la feuille, la respiration et la transpiration. J'y ajouterai quelques considérations sur les différences que présente le poids sec des feuilles dans ces conditions de développement.

» I. Respiration. — J'ai expérimenté sur des feuilles de Hêtre, de Chêne, de Charme et de quelques plantes herbacées, en employant la méthode de l'air confiné.

» Pour cela, j'ai enfermé des feuilles de ces différentes espèces dans des éprouvettes

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 29 août 1892.

remplies d'air ordinaire, que j'ai placées ensuite à l'obscurité dans une armoire hermétiquement close. Les éprouvettes, étant toutes jaugées à l'avance, contenaient la même quantité de gaz, et, étant placées côte à côte, se trouvaient à une température et à une pression identiques pendant toute la durée de l'expérience. De plus, l'air qui entourait les feuilles était saturé de vapeur d'eau au moyen de quelques gouttes de liquide mouillant les parois à l'avance. Après six heures environ, l'analyse du gaz contenu dans chaque éprouvette donnait la quantité d'acide carbonique dégagée par la feuille pendant ce temps.

» Voici, dans un Tableau succinct, les chiffres obtenus :

» Ces nombres donnent en centimètres cubes le volume de l'acide carbonique dégagé par centimètre carré de surface de la feuille. Je cite pour chaque espèce trois expériences faites sur des feuilles différentes.

		Quantité d'acide carbonique dégagé par centimètre carré.					
			cc		cc		cc
Hêtre...	Soleil :	1°	0,0160	2°	0,0073	3°	0,0067
	Ombre :		0,0070		0,0027		0,0026
Chêne...	Soleil :	4°	0,0070	5°	0,0080	6°	0,0080
	Ombre :		0,0020		0,0020		0,0030
Charme..	Soleil :	7°	0,0058	8°	0,0066	9°	0,0064
	Ombre :		0,0045		0,0027		0,0025

» J'ai obtenu les mêmes résultats avec le *Teucrium Scorodonia* et le *Hieracium Pilosella*.

» Le dégagement d'acide carbonique à l'obscurité est donc plus fort dans les feuilles développées au soleil que dans les feuilles développées à l'ombre. Ce fait s'explique par la structure de ces diverses feuilles, car les premières sont plus épaisses et contiennent plus d'assises de cellules que les secondes; le protoplasma y est plus abondant, et la respiration qui est une fonction protoplasmique est, par le fait même, bien plus intense. Les mesures de l'absorption de l'oxygène donnent les mêmes différences.

» II. Transpiration. — J'ai employé les diverses méthodes connues pour étudier la transpiration des feuilles développées à l'ombre ou au soleil, et toutes m'ont donné des résultats dans le même sens. Je me contenterai donc de décrire l'une des manières dont j'ai opéré.

» On introduit dans une cloche de verre un rameau feuillé développé à l'ombre, sans le séparer de la plante, et dans une autre cloche, un second rameau développé au soleil. Les cloches contiennent une certaine quantité de chlorure de calcium pesé d'avance.

» Toutes les ouvertures sont soigneusement lutées, et les deux cloches sont aussi rapprochées que possible, de manière que les deux rameaux mis en expérience soient

dans les mêmes conditions de température et d'éclairement. Après vingt-quatre heures, on pèse de nouveau le chlorure de calcium; son augmentation de poids correspond à la quantité d'eau transpirée par le rameau. Le nombre obtenu, divisé par la surface des feuilles, donne la moyenne de l'eau transpirée par l'unité de surface.

» Voici quelques chiffres obtenus par cette méthode :

Charme.........	Soleil :	0,033 gr	Ombre :	0,023 gr
Hêtre...........	Soleil :	0,032	Ombre :	0,024
Abies pumila....	Soleil :	0,007	Ombre :	0,003
Taxus baccata..	Soleil :	0,026	Ombre :	0,009

» Il est facile de voir que les feuilles développées au soleil, à surface égale et toutes conditions semblables d'ailleurs, transpirent plus que les feuilles qui croissent à l'ombre.

» Poids secs. — En pesant une feuille développée au soleil ou à l'ombre, immédiatement après l'avoir cueillie, on obtient son poids frais P_0; puis, si on la met à l'étuve à 110° pendant plusieurs jours jusqu'à ce que l'on ne constate plus de perte de poids, on obtient le poids sec P_1. Le rapport $\frac{P_1}{P_0}$ donne en centièmes la quantité de matière sèche contenue dans la feuille. Ce rapport diffère selon que l'on s'adresse à des feuilles développées au soleil ou à l'ombre.

» Voici quelques exemples :

Hêtre...........	Soleil :	0,47 gr	Ombre :	0,37 gr
Charme.........	Soleil :	0,44	Ombre :	0,36
Chêne..........	Soleil :	0,45	Ombre :	0,37
Saule...........	Soleil :	0,41	Ombre :	0,35
Fraisier.........	Soleil :	0,27	Ombre :	0,22

» Les feuilles développées au soleil contiennent donc relativement plus de matière sèche que les feuilles développées à l'ombre.

» En résumé : 1° *à surface égale*, et toutes les conditions étant identiques d'ailleurs, les feuilles *de même espèce* développées au soleil ont *une respiration plus intense que celles qui se sont développées à l'ombre*.

» 2° *La quantité d'eau transpirée* par une même surface et dans les mêmes conditions *est plus grande pour les premières que pour les secondes*.

» 3° *Le rapport du poids sec au poids frais* des feuilles développées *au soleil* est supérieur à celui des feuilles développées *à l'ombre* [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

BOTANIQUE. — *Sur la structure du tissu assimilateur des tiges chez les plantes méditerranéennes* (¹). Note de M. **William Russell**, présentée par M. Duchartre.

« Dans les régions tempérées, on ne connaît qu'un petit nombre de plantes qui possèdent dans leurs tiges un tissu chlorophyllien assez développé pour jouer un rôle important dans l'assimilation. Ce rôle est presque entièrement dévolu aux feuilles.

» Dans les régions tropicales, au contraire, et particulièrement dans la flore des Déserts, ainsi que cela a été mis en évidence par les recherches de MM. Pick [2], Ross [3], Schube [4] et surtout de M. Volkens [5], beaucoup de végétaux ont une tendance à augmenter l'importance du parenchyme vert de leurs tiges, au détriment de celui de leurs feuilles.

» Cette disposition différente est très avantageuse aux plantes qui la possèdent, à cause de la résistance plus grande que présentent les tiges aux diverses causes de destruction et en particulier à la dessiccation qui, dans ces régions, prive nombre de plantes de leur feuillage dès le début de la saison sèche.

» Or, la zone botanique bien délimitée, connue sous le nom de *Région méditerranéenne*, offre, dans ses parties arides, des conditions climatériques qui se rapprochent, jusqu'à un certain point, de celles des régions désertiques; il m'a paru intéressant de rechercher si l'on retrouve chez les plantes qui y vivent la particularité de structure dont je viens de parler.

» Dans ce but, j'ai étudié la plupart des plantes qui habitent les *garrigues* de nos départements méridionaux, et j'ai pu ainsi m'assurer que la

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

[2] Pick, *Beiträge zur Kenntniss des assimilierenden Gewebes armlaubiger Pflanzen* (Inaug.-Diss. Bonn, 1881).

[3] Ross, *Contribuzioni alla conoscenza del tessuto assimilatore e dello sviluppo del periderma nei fusti delle piante povere di foglie o affile* (*Nuovo Giornale botanico italiano*, t. XXI, 1889).

[4] T. Schube, *Beiträge zur Kenntniss der Anatomie blattarmer Pflanzen* (Inaug.-Diss. Breslau, 1885).

[5] Volkens, *Beziehungen zwischen anatomischem Bau und Standort* (*Jahrbuch des Königlichen botanischen Gartens zu Berlin*, t. III, 1884).

présence dans les tiges d'un tissu assimilateur bien caractérisé est beaucoup plus fréquente chez ces plantes que chez celles des climats tempérés.

» Ce tissu revêt des aspects assez variés, mais, néanmoins, il est facile de reconnaître que trois formes sont plus particulièrement dominantes. Ce sont celles que l'on observe chez l'*Osyris alba*, le *Rubia tinctorum* et le *Cistus albidus*.

» 1° Forme de l'*Osyris alba*. — Le tissu assimilateur de la tige forme un anneau complet, composé de deux à quatre assises de cellules en palissades et sous-jacent à l'épiderme, sauf chez le *Jasminum fruticans*, où il existe un exoderme collenchymateux.

» Cette disposition se rencontre chez l'*Osyris alba*, le *Cressa cretica*, le *Tamarix africana*, le *Lavatera Olbia*, le *Convolvulus cantabrica*, le *Corispermum hyssopifolium*, le *Calycotome spinosa*, le *Statice virgata*, etc.

» 2° Forme du *Rubia tinctorum*. — Le tissu assimilateur n'est palissadique que dans les côtes. Il est séparé de l'épiderme par des faisceaux de collenchyme ou de sclérenchyme, souvent reliés par une étroite bande au cylindre central; dans les sillons, le parenchyme vert est peu développé.

» Cette forme de tissu se trouve chez le *Rubia tinctorum*, le *Specularia falcata*, le *Spartium junceum* et généralement chez toutes les plantes à tiges ailées.

» 3° Forme du *Cistus albidus*. — Le tissu chlorophyllien, d'ordinaire assez épais, est composé de petites cellules irrégulières, à parois minces, constituant une sorte de parenchyme étoilé. En général, l'assise la plus externe du tissu assimilateur est palissadiforme.

» Cette structure de la tige, très fréquente et qui rappelle assez bien celle d'une feuille, s'observe chez presque toutes les Cistinées, ainsi que chez le *Stæhelina dubia*, l'*Helichrysum Stœchas*, le *Globularia Alypum*, le *Convolvulus lineatus*, etc.

» En somme, il résulte de cette étude que :

» Les plantes des garrigues de la région méditerranéenne présentent fréquemment, *dans leurs tiges*, *un tissu assimilateur chlorophyllien bien différencié*, dans lequel on peut reconnaître *trois types fondamentaux de structure*. »

BOTANIQUE. — *Étude expérimentale de l'action de l'humidité du sol sur la structure de la tige et des feuilles* ([1]). Note de M. **Auguste Oger**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai cultivé un certain nombre de plantes dans un sol très humide, et d'autres individus des mêmes espèces dans un sol maintenu très sec, à

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

l'abri de la pluie et de la rosée, toutes les autres conditions, éclairage, température, composition du sol, étant identiques pour les deux cultures.

» Les espèces mises en expérience ont été : *Lampsana communis*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Mercurialis annua*, *Chenopodium album*, *Balsamina hortensis*, *Impatiens glanduligera* et *Scrophularia aquatica*.

» Les individus venus dans le sol humide sont tous de taille beaucoup plus grande; mais la plante ainsi développée n'est pas une simple amplification de la plante de sol sec. On observe des différences d'aspect, de forme et de structure que je me suis attaché à étudier.

» L'aspect varie toujours. La ramification avortant, le plus souvent, en sol sec, l'ensemble de la plante représente un épi (*Lampsana communis*, *Balsamina hortensis*, *Impatiens glanduligera*, *Mercurialis annua*), tandis qu'en sol humide on obtient une grappe largement développée (*Lampsana*, *Balsamina*, *Mercurialis*). Dans les *Sonchus* de sol sec, la tige prend l'aspect d'un pédoncule floral, et les feuilles caulinaires supérieures deviennent bractéiformes.

» Les feuilles, toujours plus grandes en sol humide, changent de forme. Les feuilles supérieures surtout s'allongent beaucoup plus qu'elles ne s'élargissent et deviennent ainsi plus lancéolées. Les feuilles inférieures changent peu, comme les entre-nœuds inférieurs. Les entre-nœuds supérieurs sont plus allongés dans les sols humides.

» Les inflorescences changent de forme. L'inflorescence, plus lâche en sol humide, devient condensée en sol sec. C'est une grappe lâche chez l'*Impatiens glanduligera* de sol humide, et presque une ombelle en sol sec. La longue inflorescence du *Scrophularia aquatica* de sol humide devient en sol sec une sorte de grappe condensée.

» La structure interne change également. Le diamètre de la tige, en des endroits comparables, ne subit jamais un accroissement aussi grand que celui de la longueur, en sol humide. L'écorce ne varie pas d'épaisseur. L'épiderme a ses parois externes plus épaisses. Le stéréome cortical est toujours un peu plus développé dans un sol très arrosé, mais son accroissement n'est jamais bien grand. Lorsque la tige a des arêtes aiguës, ces arêtes se transforment en ailes (*Sonchus*) chez la plante de sol humide, et lorsque la plante est déjà ailée (*Scrophularia aquatica*), ces ailes se réduisent lorsqu'elle est cultivée dans un sol plus sec.

» Dans le sol humide, les faisceaux libéro-ligneux augmentent souvent de nombre (*Lampsana*, *Balsamina hortensis*). Les vaisseaux sont toujours d'un diamètre plus grand. Quand leur nombre n'augmente pas, les formations secondaires sont toujours très développées. La partie non lignifiée du

faisceau est toujours très réduite en sol humide et souvent écrasée. Le liber est également plus aplati.

» Les formations secondaires ligneuses prennent un développement considérable; elles sont quelquefois dix fois plus épaisses dans le sol humide que dans le sol sec (*Lampsana communis, Chenopodium album, Mercurialis annua*). Elles n'existent même pas pour le *Mercurialis annua* cultivé en sol sec.

» Le sclérenchyme médullaire, quand il existe, est surtout développé autour des faisceaux primaires en sol humide. La moelle est beaucoup plus large dans ce dernier sol, mais sa cavité centrale devient également très grande, alors même qu'elle n'existe pas en sol sec (*Lampsana communis*).

» C'est donc le cylindre central seul qui profite de l'accroissement en diamètre, puisque l'écorce ne varie pas d'épaisseur.

» Le renflement de la base des entre-nœuds du *Mercurialis annua* et de l'*Impatiens glanduligera* s'exagère en sol humide et disparaît en sol sec.

» Or, quelques-unes des modifications ainsi obtenues se rapportent à des différences anatomiques semblables à celles que l'on tente d'appliquer à la classification.

» On peut donc obtenir *expérimentalement*, au moyen de l'humidité du sol, *dans une espèce donnée*, des modifications de structure de même ordre, quoique moins accusées, que celles qui servent à caractériser des espèces voisines, adaptées les unes au sol humide et les autres au sol sec. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la stratigraphie des Pyrénées*. Note de MM. **Roussel** et **de Grossouvre**, présentée par M. Daubrée.

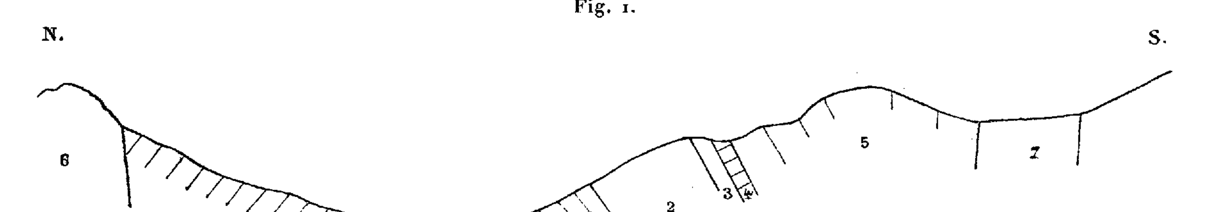
« Une série de courses faites récemment dans la région comprise entre Foix et Bugarach nous a permis de constater quelques faits importants, dont une partie avait déjà été signalée par l'un de nous.

» Entre Foix et Belesta, il existe un pli anticlinal formé de couches crétacées. L'aile nord de cet anticlinal est composée d'assises renfermant de nombreux rudistes étudiés par M. Douvillé; l'aile sud montre à sa base ces mêmes assises avec les mêmes fossiles, au-dessus la puissante masse des grès de Celles au sommet de laquelle on trouve un niveau marneux avec *Micraster brevis*, puis un banc calcaire à hippurites surmonté en série concordante par des marnes, des grès et des conglomérats, au milieu des-

quels se développent par places des lentilles calcaires avec caprines et orbitolines (*fig.* 1).

» Cette coupe semblerait donc montrer que ces dernières couches sont plus récentes que les bancs inférieurs à rudistes qui, d'après le résultat des travaux de M. Douvillé, occupent un niveau déjà élevé dans l'étage

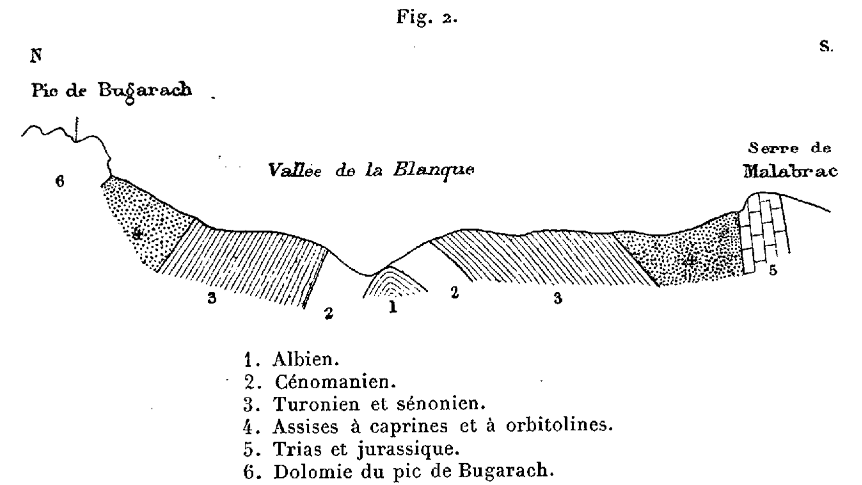
Fig. 1.



1. Assises à hippurites.
2. Grès de Celles.
3. Calcaire marneux à micraster.
4. Calcaire à hippurites.
5. Assises à orbitolines et à caprines.
6. Trias et jurassique.
7. Terrains primaires.

sénonien, à moins de supposer un renversement des couches, conclusion qui nous met en présence d'un phénomène géologique assez compliqué : le renversement d'un paquet de couches et un plissement de ces couches postérieur au renversement.

Fig. 2.



1. Albien.
2. Cénomanien.
3. Turonien et sénonien.
4. Assises à caprines et à orbitolines.
5. Trias et jurassique.
6. Dolomie du pic de Bugarach.

» La région de Saint-Louis-Bugarach nous a donné une succession analogue (*fig.* 2).

» Au pied de la dolomie du pic de Bugarach, et sur le versant nord de la Serre de Malabrac, on peut suivre d'une manière continue une assise marneuse dans laquelle se développent des lentilles gréseuses renfermant des caprines, des orbitolines, des ostracées, des rhynchonelles, etc.; on peut, en raison de la continuité de cette assise, conclure avec certitude qu'il n'y a là aucune faille verticale.

» Nous devons donc admettre soit un âge sénonien assez récent des couches à caprines, ce qui paraît d'abord invraisemblable en raison de l'apparence cénomanienne de la faune qui les accompagne, soit un renversement résultant d'un pli couché. Divers faits semblent confirmer cette dernière hypothèse; une étude paléontologique plus complète des assises permettra d'élucider complètement le problème. Nous nous bornons ici à prendre date pour les faits constatés et vérifiés, et pour les deux explications qu'ils comportent. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques bombes de l'Etna, provenant des éruptions de* 1886 *et* 1892. Note de MM. **L. Duparc** et **L. Mrazec**, présentée par M. Daubrée.

« Nous avons eu récemment l'occasion d'étudier quelques bombes curieuses récoltées en 1890 par M. Émile Chaix au Monte Gemellaro, cratère excentrique formé en 1886 sur la pente méridionale de l'Etna. Celles-ci, provenant de l'éruption de 1886, beaucoup moins nombreuses que les autres projections, sont formées de deux parties distinctes, à savoir : un noyau interne blanc, friable, arénacé; puis une enveloppe extérieure noire et scoriacée.

» Le noyau interne présente souvent une division en colonnes qui rayonnent autour du centre. Sous le microscope il se montre entièrement formé de grains de quartz (quelques-uns avec inclusions liquides) entre lesquels on trouve une certaine quantité de matière vitreuse. Ce n'est autre chose qu'un grès quartzeux arraché des profondeurs et projeté du sein de la lave après s'être imprégné de matière vitreuse. L'analyse de cette roche a donné :

SiO^2	89,80
$(FeAl)^2O^3$	6,80
CaO	1,55
MgO	0,22
Alcalis et pertes	1,63

» La partie extérieure représente le facies scoriacé de la lave de 1886. C'est une labradorite pyroxénique avec olivine. La roche est à deux temps; les grands cristaux sont représentés par l'olivine, l'augite et le labrador, le second temps comporte quelques rares et fins microlithes de labrador et d'augite accompagnés de grains de magnétite et d'une base vitreuse à structure caverneuse très abondante.

» L'olivine est rare, en petits grains arrondis, quelques-uns d'entre eux sont inclus dans l'augite. L'augite, en gros cristaux de couleur brun pâle, présente les formes $(100) = h^1$, $(010) = g^1$, $100 = m$ et $111 = b^{\frac{1}{2}}$. La mâcle $h^1 = 100$ est très fréquente, souvent avec répétition. L'extinction maximum sur $g^1 = 010$ atteint 54°, ce qui démontre que la variété est très ferrifère. Dans l'augite on trouve des grains de magnétite et des inclusions vitreuses. Le labrador, élément prédominant, montre un accroissement concentrique. Il est saturé d'inclusions vitreuses et présente les mâcles de l'Albite et de Carlsbad. Dans la zone de symétrie les extinctions se font à 33° et sur $g^1 = 010$ à -30 de l'arête pg^1, ce qui indique une variété essentiellement basique. Çà et là on trouve un grain de quartz d'origine étrangère entouré d'une couronne de microlithes d'augite. La composition de la roche en bloc est la suivante :

SiO^2	47,75
Al^2O^3	19,46
Fl^2O^3	14,09
CaO	11,45
MgO	5,27
Alcalis et perte au feu	1,98

» M. Émile Chaix étant retourné cette année, vers la fin de septembre, à l'Etna dans le but de lever le plan de la coulée récente, nous a rapporté les nouvelles bombes de l'éruption de cette année. Elles ont été lancées par le foyer le plus méridional des cinq cratères actuels, et datent des premiers jours de l'éruption ([1]). Nous avons constaté l'analogie la plus complète entre ces nouvelles bombes et celles de 1886. Comme ces dernières, elles sont formées d'un noyau de grès quartzeux venu des profondeurs et

([1]) D'après le plan levé par M. Émile Chaix, la surface de la coulée est de $8^{kmq},5$. Elle ne s'étend que fort lentement au delà des limites actuelles et gagne en épaisseur par la superposition des coulées. Le Gemellaro de 1886, haut jadis de 140^m, n'en a plus que 50^m aujourd'hui.

présentant tous les caractères précités. Une analyse faite avec la substance d'une de ces bombes a donné 89,32 pour 100 de silice, chiffre identique à celui des bombes de 1886. La lave scoriacée qui enveloppe ce noyau est également une labradorite pyroxénique à olivine, absolument pareille à celle de 1886, et dont la description détaillée serait inutile après celle que nous avons donnée plus haut. La seule différence, insignifiante d'ailleurs, que nous ayons observée, est l'absence de microlithes, l'abondance de la base vitreuse et des grands cristaux d'augite. L'analyse de cette roche donne des résultats assez analogues à ceux de la scorie de 1886 :

SiO^2	49,02
$(FeAl)^2O^3$	33,55
CaO	10,87
MgO	3,11
Alcalis et pertes	34,5

» Ce sont des traits de très grande analogie entre les deux éruptions de 1886 et de 1892 (1). »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Fer météorique récemment tombé à Hassi Iekna, en Algérie.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« La collection du Muséum d'histoire naturelle vient de faire l'acquisition d'une météorite qui paraît présenter un intérêt spécial. C'est une petite masse de fer compacte, en forme de poire et pesant 1250^{gr}. Ses contours arrondis contrastent avec le caractère fragmentaire et anguleux de la plupart des échantillons de même origine. Toute une moitié de la surface est sensiblement hémisphérique; le reste comprend une région à peu près plane et quelques dépressions dont l'une, assez profonde, rappelle les *coups de pouce* si fréquents sur les roches tombées du ciel.

» Sur cette région plane, l'échantillon présente une croûte noire, d'une épaisseur uniforme de $0^{mm},5$ environ. Sa couleur mate tranche nettement sur la teinte d'acier des parties d'où elle s'est détachée. Celles-ci, formées d'un métal très cohérent, montrent çà et là, à la loupe, des réseaux de lignes droites s'entrecoupant en diverses directions et décelant la constitution complexe de la masse.

» Cet échantillon a été cédé à notre collection par M. Hélo, capitaine

(1) Genève, laboratoire de Minéralogie de l'Université.

au 3e régiment de tirailleurs, et cet officier a bien voulu m'écrire de Sétif une lettre dont j'extrais les passages suivants :

» Ce petit bolide m'a été vendu par un Mouadhi de la tribu des Chaanbas Mouadhi, laquelle est disséminée dans les solitudes sahariennes qui environnent El Golea. Cet Arabe avait un jour planté sa tente à quelques kilomètres à l'est d'un puits appelé Hassi Iekna, lequel est situé dans la vallée de l'Oued Meguiden, sur la route d'El Golea au Gourara ([1]). Pendant que les hommes étaient à la chasse dans les environs du campement, les femmes assises devant la tente entendirent un grand bruit et virent tomber, à environ 400m, un objet qui souleva le sable comme un boulet qui aurait porté dans la dune. Les chasseurs, qui avaient également entendu le bruit rentrèrent peu après et furent avisés par les femmes de ce qu'elles avaient vu. Ils se portèrent aussitôt à l'endroit indiqué et trouvèrent un entonnoir pratiqué au milieu de sable et de pierrailles. Ils se mirent en devoir de chercher au fond du trou, qu'ils déblayèrent; mais l'un d'eux ayant rencontré, à environ 0m,80 de profondeur, un objet noir qui lui brûla très fortement les doigts, ils s'écartèrent effrayés et ne revinrent que le lendemain matin. A ce moment, ils sortirent du sable, complètement refroidi, le petit aérolithe en question.

».... Je n'ai pu obtenir aucun renseignement précis sur la nature du bruit entendu, pas plus que sur la date exacte de l'événement. Les Arabes ont une profonde indifférence pour le temps et les dates et tout ce que je pus apprendre c'est que la chute du bolide remontait à plusieurs années. Les Arabes appellent ces masses minérales des *pierres de tonnerre*. Quelques manuscrits enseignent qu'on fait avec elles des poignards et des sabres, auxquels l'imagination arabe prête des qualités de tranchant tout à fait fantastiques. Les nomades disent que ces pierres ne tombent que très rarement, à de très longs intervalles, mais que, dans les temps passés, elles tombaient beaucoup plus fréquemment dans le Sahara.

» Une section pratiquée dans la partie la plus atténuée de la masse a séparé une petite plaque de 6gr,47 dont la surface polie a été traitée par l'acide chlorhydrique. Il s'y est immédiatement développé une belle *figure de Widmannstätten,* où des lamelles de tænite affectent des angles qui assignent à la masse une texture cubique des plus nettes.

» En appliquant les procédés que j'ai décrits antérieurement, pour déterminer les alliages associés dans les fers météoriques, on reconnaît que la masse résulte essentiellement du mélange de la kamacite ($Fe^{14}Ni$) avec la plessite ($Fe^{10}Ni$). On voit briller, en divers points, des lamelles de schreibersite ou phosphure triple de fer, de nickel ou de magnésium, dont je conserve un petit spécimen parfaitement caractérisé. En outre, la section

([1]) Hassi Iekna se trouve situé par environ 28°57′ de latitude nord et 0°49′ de longitude ouest.

qui a été pratiquée à la scie a recoupé une véritable petite veinule de pyrrhotine (troïlite) ou sulfure double de fer et de nickel.

» La densité mesurée à 14° est égale à 7,67. L'analyse a donné :

Fer	91,32
Nickel	5,88
Cobalt	0,81
Cuivre	traces
Soufre	traces
Résidu insoluble	1,04
	99,05

» Cette composition concorde avec les caractères physiques et la structure pour faire comprendre la météorite d'Hassi Iekna dans le type lithologique jusqu'ici très rare que j'ai distingué, dès 1870, sous le nom de *schwetzite*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations océanographiques relatives au bassin d'Arcachon (Gironde)*. Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Berthelot.

« Le bassin d'Arcachon, dont le contour atteint 84^{km} et qui présente, en mer haute, une superficie d'environ $15\,500^{ha}$, offre un certain nombre de caractères océanographiques spéciaux, intéressants à élucider non seulement au point de vue de la science pure, mais encore parce que la France possède là son plus grand centre d'industrie ostréicole.

» Le bassin est soumis à d'incessantes modifications de sa topographie; il est remarquable par la violence des courants qui le sillonnent, les érosions qui se produisent sur ses rivages et par les dunes de sable qui l'entourent. Il communique avec l'Océan par un long chenal, et son intérieur est une vaste dépression, en partie émergée à mer haute, comme à l'île aux Oiseaux, plus souvent recouverte de quelques décimètres d'eau, sur l'emplacement des crassats, coupée par d'autres chenaux de diverses profondeurs, à fond de sable, et où les courants se font sentir avec toute leur force; le sol de la cuvette est peut-être formé par une couche d'argile ondulée, apparaissant au jour en différents points, près de Moulleau, à l'île aux Oiseaux, vers l'embouchure de la Leyre et au voisinage d'Arès.

» Pour reconnaître le régime des courants de surface, j'ai employé un tourniquet

mesureur, tige munie à sa partie inférieure de quatre ailettes à demi-boules creuses, et assez analogue à un anémomètre. L'instrument, installé à bord d'une embarcation mouillée en un point déterminé, est enfoncé verticalement dans la mer, à une profondeur de $0^{m},80$ environ, et maintenu fixe. De quatre minutes en quatre minutes, pendant une minute, dans l'intervalle d'une marée, on compte le nombre de tours effectués par les ailettes sous l'action du courant. On construit ensuite la courbe des résultats obtenus.

» En jusant, la vitesse du courant croît d'abord très rapidement, jusqu'à un maximum qui se maintient à peu près régulièrement pendant un certain temps, puis décroît, devient nulle à l'étale de basse mer, augmente rapidement dès que le flot se fait sentir, se conserve ensuite en valeur moyenne quoique avec des alternatives notables et brusques de rapidité, tantôt très grandes et tantôt très petites, diminue encore et finit par redevenir nulle à l'étale de haute mer.

» Ces caractères proviennent de la variation considérable existant entre les divers volumes du bassin correspondant à des intervalles égaux de hauteur verticale. Tandis que, dans l'Océan, l'eau, sous l'influence de la marée, élève ou abaisse régulièrement son niveau, à l'intérieur du bassin, le remplissage ou la vidange ont lieu par à-coups successifs, correspondant aux volumes d'eau variables qui y pénètrent ou sortent par la passe durant un même temps. Tout s'accomplit donc comme dans un bassin limité, à relief irrégulier, en communication avec un réservoir infiniment grand à niveau constant ou du moins montant ou descendant d'une manière régulière.

» Au point de vue des érosions qui s'exercent sur ses bords, le bassin d'Arcachon, son entrée avec les nombreux chenaux qui le découpent et en séparent les hauts fonds, est comparable au lit d'un fleuve coulant alternativement dans un sens et en sens inverse pendant une marée. Partout où ce fleuve rencontre une rive concave, il l'érode et dépose ensuite les sédiments entraînés près des rives convexes. Les localités en concavité au moment du flot et au moment du jusant, à la grande dune du Pilat, par exemple, sont deux fois plus érodées que les localités concaves soit seulement en flot, soit seulement en jusant, comme le long de la ville même d'Arcachon où la plage est affouillée et détruite principalement par les eaux débouchant du chenal de Cousse.

» Le bassin est rapidement comblé par les sédiments qu'apportent les rivières, ruisseaux et canaux de décharge des eaux des Landes débouchant entre Arès, la Leyre et la Teste. Ce remplissage est très légèrement contre-

balancé par un affaissement général du sol qui semble avoir lieu, en particulier, sur le bord sud, entre la pointe du Bernet et la pointe du sud; il ne paraît pouvoir être efficacement combattu que par des dragages, qui offriront l'avantage, en creusant le bassin, d'améliorer la qualité des huîtres, très inférieure lorsqu'elles sont cultivées sur des fonds vaseux, de livrer à l'Agriculture un amendement précieux pour les terrains sableux environnants, et de régulariser les passes, grâce à l'entrée et la sortie mieux ordonnées d'un volume d'eau plus considérable. Dans les conditions actuelles, le bassin ne tardera pas à se combler et comme, d'autre part, sous l'influence de la houle du nord-ouest amenant incessamment des sables, l'entrée déjà si dangereuse s'obstruera toujours davantage, ce vaste espace d'eau sera promptement transformé en un lac fermé comme celui de Cazaux, puis très probablement, avec l'apport continu des vases charriées par les ruisseaux, en un marécage.

» L'examen des dunes qui séparent le bassin de l'Océan, et notamment l'examen de la grande dune de Pilat, haute de 70^m, montre l'existence, au-dessous du niveau actuel des sables, de cinq niveaux successifs superposés, caractérisés par une couche de terreau, avec troncs d'arbres demeurés en place et débris de végétaux. Le dernier de ces niveaux, en contact avec une couche d'argile, est aujourd'hui à la hauteur des plus basses mers; il est représenté par des lignites contenant des débris végétaux, parmi lesquels on distingue des écorces de bouleaux et des feuilles d'iris, plantes croissant au voisinage des eaux douces.

» Le bassin d'Arcachon est un véritable type géologique, et son histoire éclaire la genèse des lacs Hourtin, Lacanau, Cazaux, Parentis, Aureilhau, Saint-Julien, Soustous et autres, distribués en une longue ligne parallèle à la côte du golfe de Gascogne, entre les embouchures de la Gironde et de l'Adour. Je compte poursuivre ultérieurement l'étude de chacun d'eux. »

BOTANIQUE. — *Végétation des lacs des monts Jura*. Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« Une exploration, poursuivie pendant trois années, de la plupart des lacs du massif jurassien (57 lacs sur 62), m'ayant fourni de nombreux documents sur leur topographie, les caractères de leurs eaux, leur faune et surtout leur *flore*, je crois devoir résumer, dans cette Note, les faits les plus intéressants concernant la végétation de ces lacs et les causes qui la modifient.

» Les lacs étudiés déjà sont échelonnés, à des altitudes très variables (de 248^{m}, lac de Bar, à 1152^{m}, lac du Boulu), depuis le Jura neuchâtelois (lac d'Étalières) jusque dans le Bugey méridional.

» Outre les différences d'altitude, ces lacs présentent encore des différences d'étendue (lac de Saint-Point, 5^{km}, etc.), de profondeur (ex. Nantua, 42^{m}, 8 lacs ont de 30^{m} à 40^{m}; le plus grand nombre 5^{m} à 10^{m}), qui déterminent de grandes variations dans les conditions biologiques.

» I. La flore des lacs jurassiens ne comprend qu'un petit nombre d'espèces, moins de 50 plantes (35 Phanérogames, 2 Cryptogames vasculaires, 2 Muscinées, 9 Characées) [1].

» Sur ce nombre, 16 sont plus fréquentes que les autres et se retrouvent dans 10 lacs au moins; ce sont : *Nuphar luteum* (52 lacs), *Scirpus lacustris* (49), *Nymphæa alba* (44), *Phragmites vulgaris* (42), *Myriophyllum spicatum* (34), *Potamogeton natans* (27), *Chara hispada* et *var.* (24), *Potam. lucens* (18), *Ranunculus aquatilis* et *var.* (17), *Hippuris vulgaris* (16), *Polygonum amphibium* (14), *Potam. perfoliatus* (14), *Chara jurensis* Hy nov. sp. et var. *Magnini* Hy (13), *Nuphar pumilum* (12), *Potam. crispus* (12), *Nitella syncarpa* (12); viennent ensuite *Utricularia*, *Ceratophyllum demersum*, *Chara fragilis*, etc.

» La plupart de ces espèces sont des *plantes sociales*, pouvant envahir, à une ou deux seulement, de vastes surfaces, ce qui contribue à rendre la flore spéciale de chacun des lacs plus pauvre encore que l'ensemble; dans un même lac, en effet, le nombre des espèces distinctes qui le peuplent ne dépasse jamais 20; il est rarement de 15 à 20 (dans 4 lacs), un peu plus souvent de 10 à 14 (dans 9 lacs), ordinairement de 5 à 9 (40 lacs); il tombe même à 4 espèces seulement dans 4 lacs, ces 4 plantes y constituant toute la végétation!

» II. Les groupes les mieux représentés, soit par leur fréquence, soit par le nombre de leurs formes, groupes doués, du reste, d'un polymorphisme remarquable, sont les Nymphéacées, les Potamogétonées et les Characées; les Nymphéacées, avec 5 types spécifiques ou variétés et plusieurs formes intermédiaires, dont 2 très répandus (*Nuphar luteum* et *Nymphæa alba*), et un plus fréquent qu'on ne le croyait (*N. pumilum*); les Potamogétonées, représentées par 15 formes (espèces ou variétés) distinctes, des formes intermédiaires et des hybrides, dont 4 très répandues (*P. natans*, *lucens*, *perfoliatus* et *crispus*); les Characées, avec 19 formes (9 espèces,

---

(1) L'étude des autres Cryptogames, notamment des Diatomées, n'est pas encore achevée.

10 variétés) dont 2 nouvelles (*Ch. jurensis* Hy et var. *Magnini* Hy) et 4 abondantes (*Ch. hispida, jurensis, fragilis, Nitella syncarpa*).

» Parmi les espèces qui mériteraient une mention spéciale, je me borne à signaler le *Nuphar pumilum,* connu jusqu'à ce jour dans un seul lac du Jura et que j'ai retrouvé dans onze autres de ces stations; la coexistence constante dans les lacs du Jura du *N. luteum* type, et des formes intermédiaires, avec le *N. pumilum,* leur absence dans les lacs vosgiens et suisses où croît le *N. pumilum,* les caractères moins tranchés du *N. pumilum* du Jura, me font émettre l'hypothèse que la différenciation des Nuphars (et peut-être la formation des lacs) remonterait dans le Jura à une époque plus récente que dans les Vosges et la Suisse.

» III. La végétation est distribuée dans la plupart des lacs avec une régularité remarquable; on peut y constater, en général, trois zones principales qui sont, en allant du bord au milieu :

» 1° La zone *littorale,* formant souvent une ceinture de plantes dressées hors de l'eau, constituée d'abord par *Phragmites vulgaris,* plus en dedans par *Scirpus lacustris,* jusqu'à la profondeur de 2^m à 3^m, et accompagnée fréquemment des plantes à feuilles nageantes, *Polygonum amphibium, Nymphœa alba, Potam. natans;*

» 2° La zone du *Nuphar luteum,* s'étendant jusqu'au bord de la *beine* ou blanc-fond, c'est-à-dire de 2^m à 5^m de profondeur environ, formant souvent une ceinture intérieure à la précédente, tout à fait distincte;

» 3° La zone *profonde,* occupant le talus de la beine ou *Mont,* de 5^m à 6^m de profondeur moyenne, pouvant aller jusqu'à 8^m, caractérisée, suivant les lacs, par *Potamogeton lucens,* ou *Potam. perfoliatus,* ou *Myriophyllum spicatum;* c'est aussi l'habitat du *Nuphar pumilum,* des *Hippuris, Ceratophyllum, Potam. crispus, Utricularia,* etc., et surtout des *Chara;* enfin, plus en dedans et plus profondément encore, les *Nitella,* jusqu'à 10^m ou 12^m, profondeur au delà de laquelle on ne rencontre ordinairement plus de végétation macroscopique, mais seulement la vase à Diatomées, etc.

» IV. Cette disposition typique subit de nombreuses modifications suivant l'inclinaison plus ou moins rapide des bords, l'étendue de la beine, etc.; mais on observe toujours les mêmes relations entre l'habitat et la profondeur; c'est donc l'influence de la *profondeur* qui règle surtout la distribution des plantes dans un lac; c'est elle aussi qui doit provoquer l'inégale répartition des végétaux dans l'ensemble de la flore lacustre; mais la comparaison des lacs de profondeurs différentes montre que la richesse ou la pauvreté de leur flore n'est pas du tout en rapport avec leur profondeur, non plus qu'avec leur étendue.

» D'autre part, quoique l'influence de la beine sur la végétation des lacs soit évidente, puisque l'habitat de la plupart des plantes lacustres est lo-

calisé sur le blanc-fond ou ne s'en écarte guère, cependant la richesse de la flore n'est pas en rapport avec son étendue; une beine très large peut n'être occupée, comme c'est le cas pour le lac de Chalin, que par deux plantes sociales (*Phragmites* et *Scirpus*) qui l'envahissent tout entière, quelquefois sur plus de 100^{m} de largeur. C'est plutôt la nature de la beine et les modifications de son état vaseux, pierreux ou tourbeux qui introduisent de la variété dans la végétation.

» V. Ainsi qu'on pouvait le prévoir *a priori,* étant données les conditions biologiques particulières des plantes aquatiques et la facilité avec laquelle elles échappent aux variations du climat, l'*altitude* n'apporte pas de modifications considérables dans la végétation lacustre; la plupart des plantes (*Nuphar, Nymphæa, Potamogeton, Chara*) se retrouvent à toutes les hauteurs.

» VI. Bien que la dispersion des plantes aquatiques paraisse être, moins que celle des végétaux terrestres, sous la dépendance de la composition chimique du milieu, cependant c'est à une cause de cet ordre qu'il faut, croyons-nous, attribuer l'absence, dans les lacs du Jura, des *Isoetes,* plantes habitant, non loin de là, les lacs granitiques des Vosges, et l'abondance des Characées calcicoles, *Chara hispida, Ch. aspera, Ch. jurensis, Ch. fœtida, Nitella tenuissima,* etc.

» Le degré d'incrustation calcaire des *Chara,* quelquefois considérable, grâce à la teneur en carbonate de chaux des eaux des lacs, malgré leur décalcification (*cf.* recherches de Delebecque et Duparc, *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 248; 1892), présente cette particularité d'aller en diminuant à mesure que la plante s'éloigne du bord et croît dans des eaux plus profondes : cette modification paraît en relation avec l'intensité des phénomènes biologiques, plus grande au voisinage de la surface, sous l'influence de l'air et de la lumière.

» Devant compléter plus tard l'exposé des résultats de mes observations, je me borne à ajouter aujourd'hui que la nécessité d'une certaine quantité de radiations se manifeste très nettement dans les lacs, où les plantes de fond, comme les *Chara,* ne forment leurs tapis que là où la surface de l'eau est dépourvue de végétation flottante. »

M. **G. Rambault** adresse une Note intitulée : « Les signaux en temps de brume ».

M. **F. Noblot** adresse une Note intitulée : « Théorie sur la décomposition de l'eau dans le voltamètre ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 octobre 1892.

Traité d'Analyse, par Émile Picard. Tome II, 1er fascicule. *Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. Introduction à la théorie des équations différentielles, et fonctions algébriques.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-8°.

Chimie analytique des matières grasses, par M. Ferdinand Jean. Paris, E. Rousset, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Amagat).

L'annamite, mère des langues. Communauté d'origine des races celtiques, sémitiques, soudanaises et de l'Indo-Chine, par le colonel Frey. Paris, Hachette et Cie; 1 vol. in-8°.

Traité théorique et pratique de l'accord des instruments à sons fixes, etc., par l'ingénieur N. Fourneaux fils. Paris, J. Repos; 1 vol. in-8°.

Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Rapport général, par Alfred Picard. Tome IX : *L'économie sociale, l'exposition rétrospective du travail et des Sciences anthropologiques. Résumé. Conclusions.* Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Les études de botanique médicale d'un apprenti barbier au milieu du XVIIIe siècle et florule médicale du frontadais à la même époque, par Gaston Lalaune. Bordeaux, Durand, 1892; 1 broch. in-4°.

Analyse qualitative par voie humide, par R. Defert. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. in-12.

Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels, par Prosper de Lafitte, 2e édition. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Ouvrage couronné par l'Académie française).

Congrès international de Zoologie. Deuxième Section, à Moscou, août 1892, 1re Partie. Moscou, 1892; 1 vol. in-8°.

Nouvelles recherches sur les séries employées dans les théories des planètes, par Hugo Gyldén. Stockholm, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

Memorial del Instituto geografico y estadistico, Tomes VIII et IX. Madrid, 1889; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la découverte du cinquième satellite de Jupiter, par M.* Barnard. Remarques de M. F. TISSERAND.

« Le 13 septembre dernier, une dépêche télégraphique très concise annonçait que M. Barnard venait de découvrir, à l'Observatoire de Lick, en Californie, un cinquième satellite à Jupiter; d'autres dépêches publiées par les journaux donnaient dix-sept heures trente-six minutes pour la durée de la révolution de ce satellite, que M. Barnard comparait pour l'éclat à une étoile de 13e grandeur.

» Pendant plus d'un mois, on n'apprit rien qui permît de contrôler la découverte; aucun renseignement nouveau n'était arrivé, ni d'Europe, ni d'Amérique. On commençait à concevoir des doutes sérieux sur la réalité de la découverte; on se rappelait à ce sujet que W. Herschel avait annoncé l'existence de six satellites d'Uranus, et que deux seulement de ces satel-

lites avaient été reconnus exister réellement (les deux autres satellites d'Uranus, complétant la série de quatre, n'avaient pas été vus par Herschel).

» Le n° 275 de l'*Astronomical Journal*, dirigé par notre savant confrère M. B. Gould, arrivé en France il y a quelques jours, contient les observations du satellite, faites par M. Barnard, avec la grande lunette de l'Observatoire de Lick, les 10, 12, 13, 14 et 16 septembre dernier; ces observations mettent hors de doute la belle découverte de M. Barnard; cet astronome a suivi le satellite aux dates indiquées, quelquefois pendant deux heures et demie, et a vu sa distance au centre de la planète augmenter d'abord, puis diminuer, ce qui n'arriverait pas dans le cas d'une faible étoile.

» La durée de révolution n'est pas de dix-sept heures trente-six minutes, comme on l'avait annoncé par erreur, mais de onze heures cinquante minutes environ; sa distance au centre de la planète est de 2,50, le rayon équatorial de Jupiter étant pris pour unité. Dans ses plus grandes digressions, il ne s'éloigne donc du bord du disque que des trois quarts environ du diamètre de ce disque, sortant à peine de la région de la lumière diffusée tout autour de Jupiter. On comprend quelle difficulté présente l'observation de ce petit corps que M. Barnard trouve beaucoup moins facile à apercevoir que les satellites de Mars.

» A l'Observatoire de Paris, MM. Henry ont fait un assez grand nombre de photographies de la région voisine de Jupiter : ils n'ont pu apercevoir le satellite, qui se trouvait sans doute noyé dans la lumière diffuse qui entoure la planète. Ces essais seront repris très prochainement avec la grande lunette de l'équatorial coudé de M. Lœwy auquel on apporte encore quelques perfectionnements de détail.

» Il convient de remarquer que la lunette de l'Observatoire de Lick est la plus grande du monde ($0^m,92$ d'ouverture), et que cet instrument est placé à une altitude de 1310^m.

» Il est intéressant de comparer la distance du nouveau satellite au centre de la planète à celles des anciens, en faisant intervenir quelques-unes des lois empiriques analogues à celle de Bode, par exemple celle de M. Gaussin (*Comptes rendus*, 8 et 15 mars 1880) : cette dernière se traduit par la formule

$$a = \alpha k^n,$$

où n doit recevoir les valeurs entières 1, 2, 3, ... M. Gaussin avait adopté, pour le système de Jupiter,

$$\alpha = 1,336, \qquad k = 1,6425,$$

et il avait trouvé que, en commençant *par* $n = 3$, on représentait assez bien les distances moyennes a des quatre anciens satellites, comme le montre le Tableau suivant.

» En faisant $n = 1$, on trouve par la formule de Gaussin, $a = 2,20$, au lieu de la valeur 2,50, obtenue par M. Barnard, pour le cinquième satellite; la coïncidence n'est pas tout à fait satisfaisante. Si l'on pouvait compter sur la valeur théorique de la loi de Gaussin, on devrait s'attendre à trouver encore un autre satellite à la distance 3,60 qui correspond à $n = 2$. Mais il importe de rappeler que toutes ces formules sont empiriques, bien qu'on puisse tirer des idées cosmogoniques généralement adoptées quelques raisons en leur faveur.

n	1	2	3	4	5	6
a calculé	2,20	3,60	5,92	9,72	15,97	26,23
a observé.......	2,50	»	6,05	9,62	15,35	27,00

» Les perturbations exercées par le nouveau satellite sur les anciens seront minimes, à cause de la petitesse extrême de sa masse, accusée par son très faible éclat.

» Disons, en terminant ces remarques, que M. Barnard vient de découvrir une comète par la Photographie; c'est la première découverte de ce genre; l'avenir nous en réserve sans doute un grand nombre, comme pour les planètes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application aux équations différentielles ordinaires de certaines méthodes d'approximations successives;* par M. **Émile Picard.**

« Dans mon Mémoire *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles et la méthode des approximations successives* (*Journal de Mathématiques*, 1890) j'ai indiqué au Chapitre V l'usage que l'on pouvait faire de cette méthode pour l'étude des équations différentielles ordinaires. Ces considérations m'ont paru mériter d'être développées et elles conduisent, au moins pour certaines classes d'équations, à des résultats dignes d'être signalés.

» 1. Je ne ferai que rappeler la première méthode d'approximations qui me sert pour démontrer l'existence des intégrales des équations diffé-

rentielles ordinaires. Soit le système des n équations du premier ordre

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{du}{dx} = f_1(x, u, v, \ldots, w), \\ \dfrac{dv}{dx} = f_2(x, u, v, \ldots, w), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dw}{dx} = f_n(x, u, v, \ldots, w). \end{cases}$$

» Pour avoir les intégrales $u, v, \ldots, w$ prenant respectivement pour $x = x_0$ les valeurs $u_0, v_0, \ldots, w_0$, on considère d'abord le système

$$\frac{du_1}{dx} = f_1(x, u_0, v_0, \ldots, w_0), \qquad \ldots, \qquad \frac{dw_1}{dx} = f_n(x, u_0, v_0, \ldots, w_0).$$

» On en tire par des quadratures les fonctions $u_1, v_1, \ldots, w_1$ en les déterminant de manière qu'elles prennent pour x_0 les valeurs données. On forme ensuite les équations

$$\frac{du_2}{dx} = f_1(x, u_1, v_1, \ldots, w_1), \qquad \ldots, \qquad \frac{dw_2}{dx} = f_n(x, u_1, v_1, \ldots, w_1),$$

et l'on détermine $u_2, v_2, \ldots, w_2$ par les mêmes conditions initiales. On continue ainsi indéfiniment et l'on établit que $u_m, v_m, \ldots, w_m$ ont des limites et donnent le système cherché d'intégrales si x est suffisamment rapproché de x_0.

» 2. Indiquons quelques applications à des classes particulières d'équations. Dans celles-ci, les fonctions f seront finies et bien déterminées quand x reste dans un intervalle I et que $u, v, \ldots, w$ ont une valeur finie quelconque, et ensuite les dérivées partielles du premier ordre des f par rapport à $u, v, \ldots, w$ restent, dans ces conditions, moindres en valeur absolue qu'un nombre fixe. Il est tout d'abord bien facile d'établir que tout système d'intégrales du système (1) prenant pour x_0 des valeurs finies restera fini pour toute valeur de x dans l'intervalle I.

» Ceci posé, faisons sur les fonctions f des hypothèses complémentaires. La variable x restant positive, supposons que les f soient positives et croissent avec $u, v, \ldots, w$ dont nous n'aurons aussi qu'à considérer les valeurs positives. De plus, les dérivées partielles du premier ordre des f par rapport à $u, v, \ldots, w$, nécessairement positives, vont en décroissant quand $u, v, \ldots, w$ augmentent.

» D'après ce que nous avons dit plus haut, nous avons un système d'intégrales $u, v, \ldots, w$ s'annulant pour $x = 0$ et restant finies pour toute valeur

positive de x. Pouvons-nous, à l'aide des approximations successives, obtenir un développement en série de ces intégrales valable pour toute valeur positive de x? On peut montrer qu'il en est bien ainsi, mais la démonstration est assez délicate. De ce que $u_m, v_m, \ldots, w_m$ ont des limites (ce qu'on reconnaît de suite), il ne s'ensuit pas que ces limites doivent nécessairement coïncider avec les intégrales $u, v, \ldots, w$. Voici le principe de la démonstration : soit un intervalle quelconque $(0, a)$. J'envisage les quotients

$$\frac{u-u_1}{u}, \quad \frac{v-v_1}{v}, \quad \ldots, \quad \frac{w-w_1}{w}.$$

» Quand x reste dans l'intervalle précédent, ces fonctions de x restent comprises entre *zéro* et un nombre q plus petit que l'unité [on suppose $f_i(0, 0, 0, \ldots, 0) \neq 0$]. On peut alors établir, en s'appuyant sur l'hypothèse relative aux dérivées premières des f, les inégalités

$$u - u_m < uq^m, \qquad \ldots, \qquad w - w_m < wq^m,$$

et le théorème devient évident. *La série*

$$(2) \qquad u_1 + (u_2 - u_1) + \ldots + (u_m - u_{m-1}) + \ldots$$

et les séries analogues représentent, pour toute valeur positive de x, les intégrales cherchées. Citons, comme exemple, l'équation

$$\frac{dy}{dx} = \mathrm{A}(x)y + \mathrm{B}(x)\frac{y}{\sqrt{1+y^2}} + \mathrm{C}(x),$$

en désignant par A, B, C des fonctions positives de x, pour $x > 0$, les deux premières restant inférieures à un nombre fixe.

» Il s'en faut que nous puissions énoncer la même conclusion, si nous ne faisons pas sur les dérivées de f l'hypothèse relative à la décroissance. Sans doute, nous sommes encore assuré que les séries (2) convergent pour toute valeur positive de x, mais, sauf pour x assez petit, il est extrêmement probable que *ces séries convergentes, déduites des équations différentielles, ne représentent pas les intégrales*. On peut seulement affirmer que, si les séries (2) sont *uniformément* convergentes dans un intervalle $(0, a)$, elles représenteront les intégrales dans cet intervalle.

» Des circonstances plus curieuses encore peuvent se présenter en faisant sur les f une hypothèse contraire. Supposons que ces fonctions toujours positives aillent cette fois en décroissant quand $u, v, \ldots, w$ augmentent à partir de zéro. En faisant les approximations successives, *les termes à indices pairs ont une limite et les termes à indices impairs en ont une*

autre généralement différente de la première. La nature de la convergence joue encore un rôle important. Si les deux séries

$$u_1 + (u_3 - u_5) + \ldots + (u_{2m+1} - u_{2m-1}) + \ldots,$$
$$u_2 + (u_4 - u_2) + \ldots + (u_{2m} \quad - u_{2m-2}) + \ldots$$

et les séries analogues pour $v, \ldots, w$ convergent *uniformément* dans un intervalle $(0, a)$, on peut établir qu'elles ont respectivement même limite et représentent les intégrales cherchées.

» 3. Je passe maintenant à une seconde méthode d'approximation qui correspond à des problèmes tout différents. Considérons les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2 u}{dx^2} = f_1\left(x, u, v, \ldots, w, \dfrac{du}{dx}, \ldots, \dfrac{dw}{dx}\right), \\ \dfrac{d^2 v}{dx^2} = f_2\left(x, u, v, \ldots, w, \dfrac{du}{dx}, \ldots, \dfrac{dw}{dx}\right), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{d^2 w}{dx^2} = f_n\left(x, u, v, \ldots, w, \dfrac{du}{dx}, \ldots, \dfrac{dw}{dx}\right). \end{cases}$$

» On se propose d'obtenir les intégrales de ces équations qui, pour $x = a$, prennent des valeurs données $A_1, A_2, \ldots, A_n$ et prennent, pour $x = b$, les valeurs $B_1, B_2, \ldots, B_n$.

» Les fonctions f sont, je suppose, définies et continues quand x varie dans l'intervalle (a, b) et que $|u|, |v|, \ldots, |w|$ et $|u'|, \ldots, |w'|$ restent respectivement moindres que L et L' $\left(\text{on a posé } \dfrac{du}{dx} = u'\right)$; nous désignons par M la valeur maxima de f dans ces conditions. De plus, on peut déterminer des constantes α et β telles que

$$|f_i(x, u, \ldots, w, u', \ldots, w') - f_i(x, u_1, \ldots, w_1, u'_1, \ldots, w'_1)|$$
$$< \alpha_1 |u - u_1| + \ldots + \alpha_n |w - w_1|$$
$$+ \beta_1 |u' - u'_1| + \ldots + \beta_n |w' - w'_1|.$$

» Ceci posé, la méthode d'approximations consistera à partir d'un système arbitraire de fonctions satisfaisant aux conditions initiales et finales. On mettra ces fonctions dans les seconds membres des équations (3) et l'on déterminera par des quadratures les fonctions $u_1, v_1, \ldots, w_1$ satisfaisant aux équations ainsi écrites et aux conditions aux limites; on substituera alors les fonctions $u_1, v_1, \ldots, w_1$ dans les seconds membres et ainsi de suite.

» Soit, pour abréger l'écriture, $a = A_1 = \ldots = A_n = 0$. *Les expressions*

u_m, v_m, ..., w_m convergeront certainement vers des limites qui formeront le système d'intégrales cherchées dans l'intervalle $(0, b)$, *si b satisfait aux inégalités*

$$\frac{Mb^2}{2} + |B_i| < L, \quad Mb + \left|\frac{B_i}{b}\right| < L', \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

$$(\alpha_1 + \ldots + \alpha_n)\frac{b^2}{2} + (\beta_1 + \ldots + \beta_n)b < 1,$$

De plus, parmi les intégrales qui satisfont à nos conditions aux limites et pour lesquelles d'ailleurs $|u| < L$ et $|u'| < L'$, *le système trouvé est unique.*

» 4. Le théorème général, que nous venons d'énoncer, donne pour les séries un champ de convergence qui est souvent trop restreint. On peut dans bien des cas avoir un champ de convergence plus étendu, ce qui est très important pour l'étude de certaines intégrales. Prenons, par exemple, l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + f(x, y) = 0.$$

» Je suppose que la fonction $f_1(x, y)$ croisse constamment quand y augmente et que la dérivée f'_y aille, au contraire, en décroissant; de plus, on a identiquement

$$f(x, 0) = 0.$$

» Recherchons s'il existe une intégrale de cette équation, continue ainsi que ses dérivées, s'annulant pour $x = 0$ et $x = b$ et *qui ne soit pas identiquement nulle.*

» La réponse est très précise; on peut déduire de l'équation précédente deux nombres α et β tels que, si

$$\alpha < b < \beta,$$

il y aura une intégrale et une seule de l'équation, toujours positive et s'annulant pour $x = 0$ *et* $x = b$. Si $b < \alpha$, l'intégrale ne peut être qu'identiquement nulle et quand $b > \beta$ une intégrale ne peut pas garder un signe invariable dans l'intervalle $(0, b)$.

» Si l'équation obtenue en changeant y en $-y$ présente les mêmes caractères que l'équation initiale, on peut suivre de proche en proche toute intégrale et les séries successives qui la représentent convergent entre deux racines consécutives.

» 5. Un cas particulièrement intéressant est celui où la fonction $f(x, y)$, satisfaisant aux conditions du paragraphe précédent, serait périodique par

rapport à x et de période ω. Dans des cas très étendus, on a alors des solutions *asymptotiques à* $y = 0$, c'est-à-dire des solutions qui, pour x positif et très grand, se rapprochent indéfiniment de $y = 0$. D'ailleurs, en général, ces solutions sont distinctes de celles que M. Poincaré désigne sous ce nom et que l'on peut, comme on sait, représenter par des séries d'exponentielles à coefficients périodiques à partir d'une valeur suffisamment grande de x.

» Le cas des solutions périodiques appelle nécessairement l'attention. Voici à ce sujet un théorème d'une application facile. Supposons que, pour la fonction $f(x, y)$ de période ω par rapport à x, on ait

$$f(x, y) = f(\omega - x, y), \qquad f(x, y) = -f(x, -y).$$

Si les deux nombres α et β, déduits de l'équation, comprennent entre eux $\frac{\omega}{2}$, *l'équation admettra une solution périodique de période* ω. Cette intégrale s'annule pour $x = 0$, $\frac{\omega}{2}$ et les valeurs homologues. Indiquons un exemple numérique très simple : l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{1}{2}\sin^2 x . y + \left(1 + \frac{1}{2}\cos^2 x\right)\frac{y}{\sqrt{1+y^2}} = 0,$$

où nous regardons les coefficients comme admettant la période 2π, admettra une intégrale (non nulle identiquement) ayant cette même période.

» 6. La plupart des résultats précédents s'étendent à un nombre quelconque d'équations. Pour simplifier, supposons que nous n'ayons que deux équations et que la variable indépendante n'y figure pas. Soit donc

$$\frac{d^2y}{dx^2} + f(y, z) = 0,$$
$$\frac{d^2z}{dx^2} + \varphi(y, z) = 0.$$

» Les fonctions f et φ s'annulent pour $y = z = 0$, elles croissent quand y et z augmentent, tandis que leurs dérivées du premier ordre décroissent. De plus, la plus grande racine positive de l'équation en S

$$\begin{vmatrix} \frac{df}{dy} - S^2 & \frac{df}{dz} \\ \frac{d\varphi}{dy} & \frac{d\varphi}{dz} - S^2 \end{vmatrix} = 0,$$

qu'on peut regarder comme fonction de y et z, est supposée décroissante quand y et z augmentent. Dans ces conditions, on pourra déterminer deux

nombres α et β tels que, dans tout intervalle de longueur comprise entre α et β, il y aura un système d'intégrales (non nulles identiquement) s'annulant aux extrémités de l'intervalle.

» On peut, dans différents cas, établir l'existence de solutions périodiques; je ne citerai ici que le cas où les fonctions f et φ sont impaires : *les équations ont alors une infinité d'intégrales périodiques,* la période pouvant être arbitraire entre 2α et 2β.

» Telles sont, pour donner un exemple, les deux équations

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{Ay}{\sqrt{1+y^2}} + \frac{Bz}{\sqrt{1+z^2}} = 0,$$
$$\frac{d^2z}{dx^2} + \frac{Cy}{\sqrt{1+y^2}} + \frac{Dz}{\sqrt{1+z^2}} = 0,$$

A, B, C, D étant des constantes positives telles que $AD - BC < 0$.

» 7. Les conditions imposées aux équations différentielles que nous venons d'étudier sont susceptibles d'être élargies, particulièrement si l'on ne veut étudier que certaines intégrales restant comprises entre des limites déterminées; on se sert alors des équations précédentes comme d'équations de comparaison. J'indiquerai seulement comme application, où la méthode d'approximations successives me paraît intéressante, l'étude des solutions des problèmes de Mécanique dans le voisinage d'une position d'équilibre et spécialement des solutions périodiques dans le même voisinage, auxquelles M. Poincaré, en se plaçant à un autre point de vue, a consacré quelques pages (p. 156 et suiv.) dans son Ouvrage *Sur les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste :* c'est un sujet sur lequel je me propose de revenir. Je montrerai aussi comment les problèmes que nous venons d'étudier peuvent s'étendre aux équations aux dérivées partielles; cette étude est importante même pour la théorie des équations différentielles ordinaires, car elle conduit, dans certains cas, à l'expression des intégrales *sous formes de fonctions périodiques de plusieurs arguments,* ceux-ci étant des fonctions linéaires de la variable indépendante. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une réaction donnée comme particulière à la spermine.* Note de M. **Duclaux**.

« Dans une Note du mois de juillet dernier, au sujet du rôle de la spermine dans les oxydations intraorganiques, M. Poehl citait une expérience

dans laquelle, d'après lui, la spermine hâtait l'oxydation du magnésium en présence du chlorure d'or. J'ai fait observer, à ce sujet, que la spermine paraissait n'avoir, dans cette réaction, aucune action spécifique, attendu que la saponine, l'eau de savon, etc., se comportaient de même en ce qui concerne l'aspect extérieur de la réaction, et de même aussi en ce qui concerne ses produits, car on ne trouve pas plus de magnésium oxydé ou de magnésie produite, qu'on mette ou non de la saponine ou de la spermine en présence du chlorure d'or et du magnésium.

» Dans la Note qu'il a présentée dans la dernière séance, M. Poehl pense « qu'il était difficile de s'attendre à un résultat différent ». Je suis absolument de son avis. On pouvait prévoir en effet que le magnésium en présence du chlorure d'or allait amener une réduction, une précipitation d'or métallique et la formation d'un élément de pile rendant plus active l'oxydation du magnésium par l'oxygène de l'eau. C'était précisément parce que l'expérience de M. Poehl etait en contradiction avec cette prévision qu'elle était intéressante, puisqu'elle témoignait de l'introduction d'un élément nouveau, la faculté oxydante de la spermine. Si donc M. Poehl admet que la prévision est vérifiée, c'est qu'il admet aussi que son expérience n'a pas la signification qu'il lui avait attribuée. Je n'ai pas voulu dire autre chose.

» Je m'en tiens là, ne voulant pas suivre M. Poehl dans les autres arguments, et poursuivi d'ailleurs par cette idée que si la spermine a des propriétés curatives énergiques, ces propriétés sont absolument indépendantes de son action sur le magnésium en présence du chlorure de platine ou du chlorure de cuivre. »

ASTRONOMIE. — *Observations de trois nouvelles petites planètes découvertes à l'Observatoire de Nice, au moyen de la Photographie, par M.* Charlois. Note de M. **Perrotin**, transmise par M. Faye.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les premières observations des trois nouvelles planètes récemment découvertes à Nice par M. Charlois, à l'aide de la Photographie.

Planète 1892 *D* (*photographiée le* 19 *septembre*).

Dates 1892.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Distance polaire.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Sept. 20..	9.10.18	0.29.40,21	$\bar{1}$,520$_n$	78°.34'.44",2	0,711$_n$

Grandeur 12,0.

Planète 1892 *E* (*photographiée les* 22 *et* 23 *septembre*).

Dates 1892.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite	Log. fact. parall.	Distance polaire	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 25..	12.31.26	0.45.44,73	$\bar{2}$,104	81.28. 0,1	$0,704_n$

Grandeur 11,5.

Planète 1892 *F* (*photographiée les* 25 *et* 26 *septembre*).

Sept. 27..	7.51.47	0.39.39,71	$\bar{1},602_n$	75.46.21,0	$0,719_n$

Grandeur 12,0.

» L'instrument employé consiste en un objectif à portraits de M. Hermagis, de 15^{cm} d'ouverture et 80^{cm} de distance focale, monté provisoirement sur l'équatorial coudé de M. Lœwy. M. Gautier en a fait la partie mécanique.

Installé depuis le 12 septembre dernier, cet appareil a permis à M. Charlois d'obtenir, jusqu'aux premiers jours d'octobre, huit clichés distincts (seize en tout, en les répétant), qui représentent chacun un carré de ciel de 11° de côté, environ. Une durée de pose variant, suivant les circonstances, de deux heures et demie à trois heures, a fourni toutes les étoiles visibles dans notre lunette de 38^{cm} d'ouverture. Plusieurs de ces clichés contiennent de 8000 à 9000 étoiles chacun.

» En tenant compte des empiétements d'un carré sur les carrés voisins, les huit clichés, placés les uns à la suite des autres le long de l'écliptique, reproduisent une bande du ciel de 80° de long sur 10° de haut.

» D'autre part, un examen attentif de ces clichés a permis d'y relever la présence de trois planètes nouvelles contre huit anciennes.

» Ces nombres, rapprochés de ceux de M. Max Wolf, d'Heidelberg, ceux, surtout, de l'astronome allemand que les nôtres semblent confirmer, la grande étendue du ciel explorée, répondent, dans une certaine mesure, aux préoccupations bien naturelles qu'a fait naître dans l'esprit des astronomes la multiplicité des découvertes de ces temps derniers.

» Nous pensons qu'après s'être rapidement succédé, ces découvertes ne tarderont pas à diminuer, et le moment n'est peut-être pas éloigné où, avec les instruments actuels, il sera fort difficile et extrêmement rare de trouver une planète de 12e ou 13e grandeur; et ce fait se produira bien avant que le nombre des astéroïdes, maintenant connus, se trouve doublé.

Pour pousser plus loin il sera nécessaire de recourir à des objectifs plus puissants que ceux dont on dispose aujourd'hui.

» Où s'arrêtera-t-on? Il n'est pas possible de le dire. Seule, une étude comparée des grandeurs et des distances au Soleil correspondantes permettra de le pressentir, quand le moment sera venu.

» Quoi qu'il en soit, il convient de remarquer, dès à présent, que la Photographie porte en elle-même le remède à cette sorte de confusion qu'elle semblait devoir jeter dans la recherche des astéroïdes. En raison, en effet, de la sûreté, de la rapidité et de l'étendue de ses investigations, de la facilité avec laquelle elle permet de retrouver une planète perdue ou une planète dont les éléments sont incertains, il ne sera plus nécessaire de calculer à l'avenir, avec la même précision que par le passé, les positions de ces astres ni de les observer d'une façon aussi régulière. Il suffira de retoucher les éléments de temps à autre, abstraction faite des perturbations, sauf dans le cas de recherches spéciales. Tout au plus pourra-t-on, pour les planètes les mieux connues et les plus brillantes, avoir égard aux termes les plus importants des inégalités séculaires et périodiques de Jupiter, en construisant une fois pour toutes des Tables générales qui serviront pour tous ces petits corps. La Photographie fera le reste.

» En résumé, le résultat le plus net de l'introduction des procédés photographiques dans cette branche de l'Astronomie sera de faire connaître, avant qu'il soit longtemps, le nombre probable des petites planètes et leur mode de distribution avec la distance, questions qui, sans cela, seraient restées sans réponse pendant de longues années encore.

» Cette partie de la Science bénéficie, à son tour, des progrès si importants que deux astronomes français, soutenus et encouragés par l'amiral Mouchez, ont fait faire à la Photographie dans ses applications à l'Astronomie.

» A ce point de vue encore, l'ingénieuse méthode de M. Max Wolf ne peut que contribuer à rehausser le mérite de nos savants compatriotes. »

M. **Daubrée**, en déposant sur le Bureau la 2e édition d'un volume intitulé « Les régions invisibles du globe et des espaces célestes », s'exprime comme il suit :

« J'ai eu l'honneur, il y a quatre ans, de présenter à l'Académie la 1re édition de ce volume, qui fait partie de la Bibliothèque scientifique internationale.

» Aujourd'hui, je demande la permission de lui faire hommage de la 2e édition de cet Ouvrage. Outre les Chapitres relatifs aux eaux souterraines, considérées, tant à l'époque actuelle que dans leur rôle minéralisateur, aux époques géologiques, aux tremblements de terre, aux météorites, on y trouvera une étude expérimentale relative au rôle géologique des gaz souterrains, notamment en ce qui concerne l'histoire des puits diamantifères de l'Afrique australe et celle des montagnes volcaniques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront être présentés à M. le Ministre de la Guerre, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année 1892-1893.

MM. Cornu et Sarrau réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Bordez adresse une Note relative à un appareil sous-marin.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. V. Razous adresse un Mémoire relatif à une machine agricole, qu'il nomme *la paysanne*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une série de Cartes faisant partie de l' « Atlas des lacs français », par M. *Delebecque* (présenté par M. Daubrée).

Ces Cartes sont à une échelle variant de $\frac{1}{50000}$ à $\frac{1}{10000}$. Les courbes de niveau, représentant la configuration des fonds, sont figurées, soit de 5^m en 5^m, soit de 10^m en 10^m de profondeur.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie la dépêche suivante, qu'il vient de recevoir de M. *Flammarion* :

« Juvisy, 11h du matin.

» Je reçois dépêche Holden Observatoire Lick confirmant découverte cinquième satellite Jupiter; dernière observation dix octobre à zéro heure trois minutes Greenwich; période onze heures cinquante minutes satellite treizième grandeur perceptible seulement à ses élongations. » Flammarion. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« En réponse à une réclamation de M. Cohn (1), je me plais à rappeler que MM. Cohn et Arons, dans un travail très intéressant que j'ai fait connaître en France, ont mis en évidence, dès 1886, la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité, dans un certain nombre de liquides mauvais conducteurs. Mais je ne saurais accepter ce que dit M. Cohn au sujet de ma méthode qui, d'après lui, est identique à la sienne, *sauf quelques détails insignifiants*.

» Dans ma méthode, comme dans celle de M. Cohn, on fait usage d'un pendule interrupteur (2) pour évaluer le temps : c'est à peu près la seule analogie qu'elles présentent. Je rappellerai que ma méthode consiste à placer sur le circuit d'une pile constante : 1° le condensateur A que l'on étudie; 2° un microfarad M, et à évaluer la charge Q recueillie dans un temps t par ce microfarad. *La capacité de* A *étant négligeable par rapport à celle de* M, la charge Q est une fonction linéaire de t, dont les deux termes prennent des significations physiques précises et séparent nettement l'effet instantané de la polarisation diélectrique de l'effet lent de la conductibilité. La seule mesure absolue que comporte ma méthode est celle du temps (3).

» La méthode de M. Cohn laisse, au contraire, les effets de la conductibilité et de la polarisation physiquement confondus : elle exige, outre la mesure absolue du temps, la connaissance des dimensions de condensa-

(1) Voir page 472 de ce Volume.

(2) M. Cohn emploie le pendule interrupteur de Helmholtz. Je fais usage d'un pendule de torsion de mon invention.

(3) Voir *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1421, ma seconde Note *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique*.

teurs à lame d'air et de la valeur absolue de résistances auxiliaires. Le condensateur A que l'on étudie est, en effet, mis en circuit avec un couple de secteurs d'un électromètre de Thomson B, et l'on détermine la variation du potentiel ω de ce couple de secteurs

$$\omega = \mathrm{E}\left(1 - e^{-\frac{t}{(\mathrm{C}+\gamma)\mathrm{W}}}\right).$$

Les capacités C de A, γ du couple de secteurs, sont de même ordre et la formule ne donne que le produit $(\mathrm{C} + \gamma)\mathrm{W}$ de la somme de ces capacités par la résistance de A. A l'aide des résistances métalliques et de condensateurs à air *connus* que l'on pose successivement en dérivation sur A, ou à la place de A, on détermine de même des produits analogues

$$(\mathrm{C} + \mathrm{C}' + \gamma)\mathrm{W}, \quad (\mathrm{C} + \gamma)(\mathrm{W} + \mathrm{W}'), \quad \gamma\mathrm{W}',$$

d'où l'on déduit, par élimination, C, γ et W.

» J'ajoute qu'il se rencontre précisément que je n'ai étudié aucun des liquides sur lesquels ont porté les mesures de MM. Cohn et Arons. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation spectrale du ciel.* Note de M. N. **Piltschikoff**, présentée par M. Cornu.

« Je me suis proposé d'étudier la *polarisation spectrale* du ciel; en d'autres termes, de déterminer les quantités de lumière polarisée, rouge, orange, ..., bleue, violette, prises dans le même point du ciel. Mes premières observations ont montré qu'il existe, en général, une différence très marquée entre les intensités de polarisation de la lumière bleue et de la lumière rouge. Quant aux couleurs intermédiaires, cette différence devient trop faible pour être sûrement mesurable avec un photopolarimètre de M. Cornu, dont je me sers. L'installation pour cette étude est des plus simple. On place à l'ouverture oculaire du photopolarimètre un verre bleu (on en retire préalablement le verre bleu clair), on détermine la quantité de lumière polarisée au point choisi du ciel, puis on change le verre bleu (cobalt) par un verre rouge (rubis) et l'on répète la détermination [1].

[1] Pour l'étude détaillée du phénomène, il faudra construire un nouveau spectrophotopolarimètre avec un dispositif permettant l'élimination des perturbations dues à la réfraction. Présentement, je me borne à l'étude de deux couleurs, bleu et rouge, avec un photopolarimètre Cornu.

» En première ligne, il faut remarquer qu'en général *l'intensité de polarisation dans le ciel pour la lumière bleue est sensiblement plus grande que pour la lumière rouge*.

» On tire de là une conséquence importante, peu favorable à la théorie de la couleur bleue du ciel de M. Lallemand. D'après ce savant, le bleu de ciel n'est autre chose qu'un phénomène de fluorescence (genre quinique). Or lui-même a démontré expérimentalement que, dans les cas d'illumination transversale des milieux fluorescents, la lumière due à la fluorescence reste neutre et s'ajoute à la lumière polarisée due à l'illumination transversale. Pour que la théorie du bleu du ciel de M. Lallemand fût vraie, il faudrait qu'après l'élimination de la couleur bleue (neutre) on trouvât plus de polarisation qu'avant. C'est précisément le contraire qui a lieu en réalité.

» Ayant trouvé que, au point de polarisation maximum, cette différence des intensités de polarisation du bleu et du rouge ne conserve point, dans les divers jours, une valeur constante, j'ai commencé l'observation suivie du phénomène, afin d'en élucider, s'il est possible, la corrélation avec d'autres phénomènes atmosphériques. On sait que ce n'est pas la mince couche de l'atmosphère où l'on installe les instruments météorologiques qui produit la polarisation, c'est toute son épaisseur. Il s'ensuit donc que peut-être la seule marche de la girouette et des nuages se lie directement au phénomène étudié. Prenons ainsi toutes les observations et rapportons-les aux divers rhumbs des vents correspondants. Les valeurs moyennes de la différence entre les quantités centésimales de polarisation au bleu et au rouge seraient

1·9
N
2·1 NWN NEN 2·9
? NW NE 4·1
—1·3 WNW Avril-Septembre ENE 4·2
2·7 W 1892. Kharkow. E 4·8
1·8 WSW I. ESE 6·3
5·3 SW SE 10·4
? SWS SES 7·8
S
6·3

» On voit par là que : 1° l'intensité du phénomène a son maximum bien marqué au rhumb SE; 2° qu'elle diminue presque symétriquement à l'est, ainsi qu'au sud; 3° qu'elle s'annule (ou même change de signe) vers le nord-ouest. Cette marche caractéristique du phénomène est inverse de la marche totale de la polarisation correspondant au bleu :

64·3
N
66·8 NWN — NEN 66·9
? NW — NE 60·2
64·8 WNW — ENE 47·8
63·4 W — E 55·7
68·8 WS — ESE 48·3
56·1 SW — SE 46·5
? SWS — SES 56·2
S
56·0

Avril-Septembre
1892.
Kharkow.
II.

» On peut ainsi, paraît-il, énoncer la loi suivante :

» *Quand la polarisation de l'atmosphère s'élève ou s'abaisse, elle s'élève ou s'abaisse plus dans les radiations moins réfrangibles que dans les autres.*

» Dans des conditions favorables, la loi peut se manifester avec les observations d'une journée. Par exemple, le 14 septembre, la polarisation était

	Bleu.	Rouge.	Différence.
A $2^h 22^m_p$	59·7	55·9	3·8
A $3^h 52^m_p$	69·2	66·6	2·6
A $5^h 22^m_p$	71·1	70·0	1·1
A $6^h 9^m_p$	73·4	73·1	0·3

» Il serait intéressant de vérifier cette loi par des observations faites dans des conditions climatologiques différentes. On peut présumer qu'à Paris la différence des polarisations du bleu et du rouge, ne montant qu'à 2 ou 3 pour 100 pour les vents SW, peut atteindre à 10 pour 100 environ pour les vents NE [1].

---

[1] D'après M. Cornu, la polarisation pour le vent SW est de 72 à 74 pour 100, et, pour le vent NE, de 50 à 57 pour 100 (*Congrès météorologique international à Paris*, t. II; 1889. *Mémoires*, p. 96).

» Il existe une relation intime entre l'intensité de phénomène étudié et la quantité d'eau existant dans l'atmosphère. En effet, j'ai observé que les précipitations sont les plus fréquentes par un vent SE, moins fréquentes par les vents SES, ESE, S, E, et rares par les vents du Nord. Il me paraît pourtant qu'outre la vapeur d'eau, d'autres causes comme la poussière, les brouillards secs, etc., jouent un rôle dans la variation des différences de polarisation du bleu et du rouge. Les plus grandes différences ont été observées pendant les forts vents, quand la ville était toute couverte de poussière.

» Par exemple, le 1er mai, le vent E atteignant 8m par seconde, la polarisation était :

	Bleu.	Rouge.	Différence.
A $11^h\ 5^m_a$	41·5	26·7	14·8
A $3^h 10^m_p$	42·8	33·8	9·0
A $4^h 35^m_p$	44·6	30·1	14·5
A $7^h 20^m_p$	69·8	63·1	6·7
A 9^h_p (lune)	21·0	? (1)	?

» J'ai fait quelques essais pour déterminer la marche décroissante des différences entre les polarisations du bleu et du rouge, depuis le point à polarisation maximum jusqu'aux points neutres. La diminution régulière de la différence dont il s'agit éprouve parfois des perturbations marquées, à cause de l'absence d'homogénéité de l'atmosphère. D'ailleurs, les quantités à observer sont trop petites pour être sûrement mesurables avec l'appareil dont je fais usage.

» J'ai commencé l'étude expérimentale de l'illumination transversale des milieux colorés, pour préciser les diverses conditions du phénomène décrit dans cette Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle préparation de l'acétylène.* Note de M. L. **Maquenne**.

« Dans le cours de mes recherches sur les propriétés du baryum, j'ai constaté que ce métal forme avec le carbone, par union directe, une com-

(1) Il est absolument impossible de faire, la nuit, une observation à travers un verre rouge ordinaire. Je prépare en ce moment des verres spéciaux pour l'observation de la polarisation pendant les nuits.

binaison que l'eau décompose en dégageant de l'acétylène presque pur [1]. Je n'ai pas insisté sur ce mode de production de l'acétylène parce que je n'avais pu alors obtenir le carbure de baryum qu'en très faible quantité, par l'action du charbon, au rouge, sur l'amalgame de baryum à 20 pour 100; en poursuivant l'étude de ce produit, j'ai réussi à le préparer d'une autre manière, essentiellement pratique, et à fonder sur sa décomposition par l'eau une nouvelle préparation de l'acétylène, qui est infiniment plus rapide et plus simple que toutes celles qui ont été proposées jusqu'ici.

» Le principe de la méthode consiste à réduire les oxydes alcalino-terreux ou leurs carbonates par le magnésium, en présence du charbon : le métal mis en liberté se combine immédiatement au carbone et l'on obtient ainsi un carbure de la forme MC^2.

» Ainsi que l'a fait voir récemment M. Winkler, les composés du baryum sont plus facilement réduits que ceux des autres métaux de la même famille; c'est donc à eux qu'il convenait de s'adresser de préférence, mais j'ai bientôt reconnu qu'il est impossible de faire usage de la baryte elle-même, à cause des impuretés qu'elle renferme toujours; chauffée au rouge avec du magnésium et un excès de charbon, cette substance se transforme en un mélange de carbure, d'azoture, de cyanure et d'hydrure de baryum qui, dans l'eau, se décompose avec dégagement d'hydrogène, de gaz ammoniac et d'acétylène; pour purifier celui-ci il est alors nécessaire de le faire passer, comme dans la méthode de M. Berthelot, à l'état d'acétylure de cuivre, qu'il faut ensuite décomposer par l'acide chlorhydrique.

» Le carbonate de baryum, qu'il est facile d'obtenir très pur, ne présente pas les mêmes inconvénients que la baryte, et il est possible avec lui d'éviter presque absolument la formation de produits secondaires, à la seule condition d'opérer assez vite pour que les gaz extérieurs n'aient pas le temps d'agir sur le mélange réduit [2].

» *Préparation du carbure de baryum.* — On mélange intimement 26^{gr} de carbo-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 361.

[2] M. Winkler, dans son Mémoire relatif à l'action du magnésium sur les carbonates alcalino-terreux (*Berichte*, t. XXIII, p. 2645), représente la réaction qui se produit en l'absence du carbone libre par la formule $BaCO^3 + 3Mg = Ba + C + 3MgO$. En réalité, il se forme encore, dans ces conditions, un carbure métallique qui a échappé aux recherches de l'auteur parce qu'il n'a pas fait l'analyse des gaz que le produit dégage au contact de l'eau. Ce gaz, ainsi que je l'ai reconnu, est un mélange à volumes sensiblement égaux d'hydrogène et d'acétylène.

nate de baryte précipité avec $10^{gr},5$ de magnésium en poudre et 4^{gr} de charbon de cornue, préalablement calciné dans un creuset de platine; on introduit la matière dans une bouteille en fer de 700^{cc} environ de capacité, munie d'un tube, également en fer, de 30^{cm} de longueur sur 2^{cm} de diamètre intérieur, et l'on porte dans un four Perrot, chauffé d'avance au rouge vif.

» Après quatre minutes, en moyenne, il se déclare une vive réaction, accompagnée d'une gerbe d'étincelles jaunes. On ferme aussitôt l'extrémité du tube et on refroidit l'appareil, aussi rapidement que possible, par des affusions d'eau; il ne reste plus alors qu'à en extraire le contenu : c'est un mélange de magnésie avec 38 pour 100 de carbure de baryum, accompagné d'un petit excès de charbon et d'une trace de cyanure, formé aux dépens de l'azote atmosphérique.

» La réaction s'accomplit conformément à la formule

$$BaCO^3 + 3Mg + C = BaC^2 + 3MgO.$$

» Le carbure de baryum brut que l'on obtient ainsi se présente sous la forme d'une masse poreuse, extrêmement friable et légère, de couleur grise et tout à fait amorphe; il se conserve sans altération dans l'air sec et n'est pas attaqué, à froid, par le chlore ni le gaz chlorhydrique.

» Les anhydrides, les chlorures d'acides et même le perchlorure de phosphore restent sans action sur lui jusque vers 100°; au rouge sombre il brûle avec une vive incandescence dans l'air, dans la vapeur de soufre, dans le chlore et dans l'acide chlorhydrique. Enfin l'eau, les alcools, et en général tous les corps hydroxylés en dégagent de l'acétylène, dès la température ordinaire.

» *Préparation de l'acétylène.* — On décompose le carbure de baryum brut par l'eau froide, que l'on verse goutte à goutte, pour éviter un trop brusque échauffement de la masse, à l'aide d'une burette à robinet. L'opération s'effectue dans un très petit flacon à deux tubulures ou dans un simple col droit, muni d'un bouchon à deux trous.

» L'acétylène se dégage régulièrement, avec une vitesse proportionnelle à celle de l'écoulement de l'eau, et peut être de suite envoyé dans les appareils où l'on doit en faire usage.

» 100^{gr} de matière, préparée comme il a été dit plus haut, donnent ainsi 5200^{cc} à 5400^{cc} de gaz, renfermant de 97 à 98 pour 100 d'acétylène et 2 à 3 pour 100 d'hydrogène, sans mélange en proportion appréciable d'aucun autre hydrocarbure. Le rendement est, par suite, égal aux deux tiers du volume théorique, calculé d'après le poids du magnésium mis en expérience.

» Un pareil gaz peut servir immédiatement à reproduire toutes les réactions découvertes autrefois par M. Berthelot et, en particulier, il nous a été facile, en le dirigeant dans un long tube de verre, maintenu au voisinage du rouge sombre sur une grille à analyse, d'obtenir avec lui, dans l'espace d'une journée, plusieurs grammes de benzène synthétique.

» J'ajouterai, en terminant, que les carbonates de strontium et de calcium se transforment aussi en carbures quand on les traite, au rouge, par le magnésium et le charbon, mais la proportion d'acétylène qu'ils fournissent ultérieurement est très inférieure à celle que donne le carbonate de baryum, parce que leur réduction reste toujours incomplète. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'analyse des mélanges d'ammoniaque et de méthylamines.* Note de M. **H. Quantin** (¹). (Extrait.)

« La purification des méthylamines mélangées d'ammoniaque est une opération longue et pénible.

» La seule combinaison insoluble à laquelle on puisse songer pour précipiter de grandes quantités d'ammoniaque est le phosphate ammoniaco-magnésien; mais on n'a point essayé jusqu'ici, à ma connaissance du moins, de séparer sous cette forme l'ammoniaque de ses mélanges, par cette raison que la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien n'est complète qu'en présence d'un excès d'ammoniaque.

» Le procédé de séparation que je vais décrire, fondé sur ce que les méthylamines ne fournissent pas avec la magnésie de phosphate double insoluble, consiste à maintenir l'alcalinité indispensable à la précipitation totale du phosphate ammoniaco-magnésien au moyen des méthylamines mêmes qu'il s'agit de purifier :

» A cet effet, on distille avec un lait de chaux les méthylamines impures, que l'on recueille dans l'eau pure; cette solution est mise à digérer avec une quantité de phosphate de magnésie, récemment précipité et non séché, suffisante pour transformer en phosphate ammoniaco-magnésien la totalité des bases dissoutes comptées comme ammoniaque ordinaire; on agite de temps à autre. Après vingt-quatre heures de contact, la liqueur étant restée bien nettement méthylammoniacale, la précipitation de l'ammoniaque est complète, grâce à l'insolubilité très grande du phosphate ammoniaco-magnésien et à sa teneur relativement faible en ammoniaque. Ce n'est que dans le cas où le mélange est très pauvre en méthylamine qu'il peut être nécessaire de réitérer le traitement. Le liquide, distillé avec de la chaux, fournit des méthylamines exemptes d'ammoniaque : j'ai pu, par ce moyen, en partant de produits bruts riches en diméthylamine, obtenir, du premier coup, des cristaux purs de chlorhydrate de cette base tenant toute la largeur d'une capsule de 3^{lit} de capacité.

(¹) Ce travail a été exécuté au laboratoire d'Orléans.

» Pour déterminer les proportions d'ammoniaque et de méthylamines renfermées dans un mélange de ces bases, il convient de procéder comme il suit :

» A. On détermine l'alcalinité totale des bases volatiles et on l'exprime en ammoniaque normale.

» B. Dans la solution renfermant une proportion connue du mélange, on introduit les quantités de phosphate de soude et de sulfate de magnésie nécessaires pour précipiter la totalité des ammoniaques, comptées comme ammoniaque normale; le phosphate de soude devra être en léger excès. On alcalinise ensuite fortement la liqueur au moyen d'une solution aqueuse concentrée de méthylamines commerciales, préalablement débarrassées de toute trace d'ammoniaque, qu'on se procurera très aisément en opérant comme nous l'avons dit plus haut sur des produits bruts.

» Au bout de douze heures, on filtre le phosphate ammoniaco-magnésien et on le lave à l'eau pure, puis on le redissout dans l'acide sulfurique étendu, pour l'introduire enfin, avec une lessive de soude concentrée, dans un appareil à doser l'ammoniaque (si l'on opérait directement sur le précipité, on risquerait de ne pas obtenir par la distillation la totalité de l'ammoniaque) ([1]).

» On détermine ainsi, par le procédé classique, la teneur du mélange en ammoniaque : on exprime alors que les alcalinités partielles des trois méthylamines, calculées en ammoniaque normale, font une somme égale à l'alcalinité totale déterminée suivant A et diminuée de l'alcalinité afférente à l'ammoniaque.

» On transforme ensuite un poids déterminé des méthylamines purifiées en chloroplatinates; par des lavages répétés à l'alcool absolu, on enlève le chloroplatinate de triméthylamine; le poids des chloroplatinates insolubles et celui du platine résultant de leur calcination fournissent deux équations, à l'aide desquelles on détermine la proportion de mono et de diméthylamine.

» Au moyen de l'alcalinité totale des méthylamines trouvée antérieurement et des données qui précèdent, on calcule la quantité de triméthylamine. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les tissus nerveux de quelques invertébrés.* Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« En 1812, Vauquelin a fait la première analyse chimique des tissus nerveux. Depuis, MM. Chevreul, Fremy, Müller, Gobley, Liebreich, Bourgoin, Gautier, Kühne, Hoppe-Seyler, et plusieurs autres chimistes ont ajouté à nos connaissances sur la composition chimique de ces tissus, chez les vertébrés. Mais nous savons très peu de chose touchant la com-

([1]) *Voir* les Travaux de M. Berthelot sur la décomposition de sels doubles ammoniacaux par les bases.

position chimique des tissus nerveux des invertébrés; j'ai déterminé la composition des tissus nerveux des espèces suivantes :

» INSECTES. — *Lucanus cervus;* Blatte orientale.

» CRUSTACÉS. — *Carcinus mœnas; Rotacus fluviatilis; Homarus vulgaris* ([1]).

» LAMELLIBRANCHES. — *Anodonta cygnea; Mya arenaria.*

» GASTÉROPODES. — *Helix pomatia; Helix aspersa.*

» CÉPHALOPODES. — *Sepia officinalis; Loligo vulgaris.*

» Les nerfs étaient séparés du corps ([2]), et analysés à l'état frais. Voici les résultats des analyses ([3]) :

	Matières albuminoïdes.	Lécithines.	Cholestérine et graisses.	Neurokératine.	Neurochitine.	Cérébrine.	Sels minéraux.	Eau.
canus cervus	8,76	2,48	13,99	»	1,20	1,52	0,19	71,86
atte orientale	8,54	2,50	12,97	»	1,14	1,32	0,17	73,36
rcinus mœnas....	7,20	3,05	14,00	»	1,06	1,21	0,23	73,25
tacus fluviatilis...	7,58	2,99	13,98	»	1,08	1,19	0,25	72,93
odonta cygnea...	7,92	2,86	13,82	1,12	»	1,16	0,20	72,91
ya arenaria......	7,96	2,85	13,86	1,20	»	1,14	0,25	72,74
elix pomatia......	8,25	2,36	12,98	1,18	»	1,20	0,19	73,84
elix aspersa	8,28	2,38	13,10	1,16	»	1,18	0,17	73,73
pia officinalis	7,99	2,76	13,00	1,21	»	1,16	0,24	73,64
ligo vulgaris	8,02	2,80	13,11	1,20	»	1,19	0,23	73,45

» Dans les tissus nerveux de quelques invertébrés (par exemple, les Insectes et les Crustacés), la neurokératine est remplacée par la neurochitine; j'ai déterminé la composition de la neurochitine : $C = 50,21$; $H = 7,64$; $Az = 4,86$.

» Enfin, la matière des nerfs des êtres inférieurs, comme celle des êtres supérieurs, est fort altérable. A l'état frais, elle est légèrement alcaline; un peu après la mort, elle s'acidifie et la myéline se coagule. »

([1]) Touchant les tissus nerveux du homard, voir l'Ouvrage *The Physiology of the Invertebrata,* par A.-B. Griffiths, p. 336-338. Londres, L. Reeve and C°.

([2]) Un grand nombre d'animaux ont été employés, pour chaque analyse.

([3]) Moyennes de deux analyses, dans chacun des cas.

GÉOLOGIE. — *Examen de quelques roches recueillies par le prince Henri d'Orléans sur la basse Rivière Noire au Tonkin.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« D'après les échantillons que le prince Henri d'Orléans a bien voulu donner au Muséum, le sol sur lequel coule la basse Rivière Noire est, avant tout, constitué par des calcaires noirs, dont les uns sont friables, très riches en matière charbonneuse et tachant fortement les doigts et le papier, tandis que les autres, très compactes et se réduisant sous le marteau en fragments anguleux, sont de structure très cristalline. Ces derniers calcaires contiennent fréquemment des indices de fossiles, surtout très visibles sur les surfaces attaquées par les intempéries. On y reconnait quelques formes qui, à première vue, ne semblent pas carbonifères, malgré l'aspect de la roche : spécialement une ammonidité, une lime (?), etc. Des lames minces, examinées au microscope, montrent, par places, des délinéaments de formes globulaires qu'il ne serait peut-être pas impossible de comparer à des tests de foraminifères, mais, en général, les actions secondaires dont la pâte calcaire a été le siège les ont complètement défigurés. On s'aperçoit en même temps que la roche a subi, de la part des agents de dissolution, des modifications profondes de structure, qui ont isolé, en maints endroits, des zones cristallines, clivables en rhomboèdres et tout à fait incolores, pour localiser ailleurs, comme résidus, les matériaux noirs, sans doute répandus d'abord dans toute la masse d'une manière uniforme.

» Beaucoup de roches éruptives sont associées aux calcaires dont nous venons de parler. Les porphyres se signalent par le nombre de leurs variétés, et quoique plusieurs figurent dans la collection sous la forme de galets, on doit provisoirement les considérer comme appartenant au terrain à la surface duquel ils ont été recueillis.

» Je signalerai, parmi les plus nets, une roche d'un gris clair, un peu rosée, très dure et très tenace, où l'examen microscopique révèle une grande abondance de cristaux maclés deux à deux, s'éteignant à zéro comme l'oligoclase. Sur le fond général de la pâte feldspathique, se détachent aussi de très nombreux cristaux opaques, à contour octaédrique, que des essais directs ont fait reconnaître pour de la magnétite.

» Certains de ces porphyres sont remarquables par la dimension de leurs cristaux d'orthose, qui peuvent dépasser $3^{cm},5$. Ceux-ci sont noyés dans un magma cristallin, dont l'examen microscopique révèle la complication. On y remarque d'abord d'innom-

brables microlithes feldspathiques, très allongés, et qui, entre les nicols croisés, s'éteignent sous des angles extrêmement petits. Beaucoup de ces microlithes sont mâclés. Ils sont contenus dans une pâte semi-transparente, grisâtre, qui renferme de très nombreux grains pyriteux, parfaitement cristallisés, ainsi que des grains de fer oxydulé, faciles à séparer à l'aimant. Les cristaux volumineux renferment de nombreuses inclusions : les plus immédiatement visibles sont des cristaux et des grains arrondis de fer oxydulé; les plus nombreuses sont des traînées de petites cavités contenant souvent une bulle liquide. On remarque, en outre, de tout petits grains limpides et des cristaux pyroxéniques, fendillés et fortement serpentinisés à la surface et le long des fissures.

» Une variété de roche porphyrique noirâtre mérite encore d'être mentionnée pour quelques particularités de structure. Les cristaux d'orthose courts et ramassés y sont disséminés dans une pâte finement granulitique, qui résulte du mélange de feldspath et de pyroxène. Çà et là, les éléments feldspathiques affectent une disposition arborisée très élégante.

» Un produit fréquent d'altération dans les roches éruptives feldspathiques subordonnées aux calcaires noirs de la basse Rivière Noire : c'est l'épidote.

» Un petit galet à structure granulitique en renferme des noyaux qui prennent, dans la lumière polarisée, des teintes extrêmement vives et qui sont formés de faisceaux d'aiguilles irradiant généralement de plusieurs centres.

» Mais, parmi les roches épidotifères rapportées par le prince Henri d'Orléans, la plus belle à coup sûr est une variété de spilite ou ophite amygdaloïde, d'un gris foncé un peu bleuâtre, où le microscope montre le mélange prédominant de feldspath et de pyroxène décomposés, et sur le fond de laquelle se détachent de tous côtés des noyaux de 1^{cm} et plus de diamètre, d'un vert d'herbe, formés surtout d'épidote. En lame mince, la structure radiée de celui-ci apparaît dans des conditions qui font pour ainsi dire toucher du doigt son origine par voie de décomposition de minéraux antérieurs. Les noyaux renferment, en effet, beaucoup de composés hydratés, et surtout de la serpentine et des zéolithes. On y trouve aussi de la calcédoine et de la calcite. En bien des points, ces éléments secondaires sont contournés et entrelacés d'une façon très remarquable.

» C'est peut-être aux dépens de roches assez analogues que se sont constituées, par voie d'altération, des substances ocreuses toutes imprégnées de malachite. Beaucoup d'échantillons ne laissent apercevoir, sauf le carbonate de cuivre, aucun minéral cristallin. Mais en les brisant, on ne tarde pas à rencontrer des parties dont l'altération est moins profonde et l'on parvient à des roches où le microscope reconnaît le mélange du pyroxène avec des feldspaths. Des cristaux assez volumineux de feldspath sont noyés dans une pâte à allure fluidale, où les grains lithoïdes sont mélangés à beaucoup de particules noires et opaques. Le cuivre carbonaté est localisé dans les fis-

sures et constitue en beaucoup d'endroits des géodes de cristaux aciculaires

» Il faut d'ailleurs faire une place, comme provenant des mêmes localités, à une véritable serpentine parfaitement caractérisée et qui montre au microscope, d'une manière spécialement éloquente, comment elle dérive par hydratation, du péridot et de minéraux analogues. Uue lame mince fait voir, en effet, surtout dans la lumière polarisée, la matière serpentineuse formant des réseaux très compliqués, dans les fissures dont sont traversés de gros cristaux d'olivine et d'augite.

» Comme complément à cette intéressante série, je mentionnerai enfin une ophite tout à fait comparable à beaucoup de nos variétés pyrénéennes et où l'amphibole est associée à la fois à des plagioclases et à des grains abondants de fer oxydulé, souvent enrobés de produits secondaires. »

GÉOLOGIE. — *Note sur les étages miocènes de l'Algérie occidentale.* Note de M. **Jules Welsch.**

« I. Les étages miocènes se présentent en succession normale près de Hamman Rira, département d'Alger, où ils reposent sur le crétacé. On y voit, de bas en haut :

» 1° *Miocène inférieur.* — Conglomérats et calcaires à Lithothamnium, surmontés de marnes grises ou bariolées de rouge, sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, depuis le djebel Diouansolla jusqu'au pont de l'oued Djer chez Granger. Je rapporte cet ensemble à l'étage *langhien,* miocène inférieur, tel qu'on le comprend actuellement.

» 2° *Miocène moyen.* — Il comprend deux assises. La partie inférieure est formée de grès et calcaires jaunâtres à Lithothamnium, Hétérostégines et nombreux Clypéastres ; c'est une formation subcorallienne, d'épaisseur très variable, quelquefois réduite à quelques mètres, comme à l'oued Moula, où j'ai trouvé un riche gisement de Clypéastres du miocène moyen.

» La deuxième assise est formée de marnes argileuses grises ou bleues, épaisses de plusieurs centaines de mètres dans les Bou Allouane; à la partie supérieure, on voit des intercalations de sables et de grès sableux, qui contiennent l'*Ostrea crassissima* typique.

» Ces deux assises constituent l'étage *helvétien* des géologues européens.

» 3° *Miocène supérieur.* — Il est représenté par des grès et sables jaunes surmontés de poudingues, depuis le Gontas jusqu'au Chelif. C'est *l'étage tortonien,* comme je le montrerai plus loin.

» En suivant les bords de ce bassin miocène, à l'ouest de Hamman

Rira, vers Adélia et Miliana, on voit l'étage inférieur (langhien) passer latéralement à des poudingues et à des grès d'un brun verdâtre spécial, constituant un *facies* gréseux remarquable, appelé *étage cartennien* par M. Pomel. J'y ai trouvé l'*Ostrea crassissima*, variété un peu large, sur le sentier de l'ancien télégraphe d'Adélia; elle est identique à certaines variétés que l'on trouve dans l'étage helvétien. J'ajouterai que le facies gréseux cartennien peut se développer quelquefois dans le miocène moyen.

» A l'est du bassin de Hamman Rira, il y a aussi changement latéral de facies sur les flancs des montagnes des Soumata et des Mouzaïa. Sur la route du col de Mouzaïa, après Aïn Ismet, on voit en concordance les grès langhiens et les marnes helvétiennes.

» L'étage helvétien repose quelquefois directement sur les couches plus anciennes, et, dans ce cas, l'assise inférieure à Clypéastres est quelquefois réduite à 1^{m}, ou bien paraît manquer.

» II. Si l'on suit maintenant ces couches à l'ouest de l'Algérie, au nord du massif de l'Ouarsenis, par la vallée du Chelif, on les trouve fossilifères au nord de Carnot et dans les Beni Rached. Voici la coupe relevée dans le bassin du Boukali, du nord au sud, les couches étant en concordance de stratification :

» 2° L'étage helvétien repose le plus souvent sur le crétacé et comprend des marnes grises très épaisses et des grès marno-sableux que l'on peut étudier le long de la nouvelle route de l'oued Damous.

» 3° Au-dessus, viennent des marnes sableuses à fossiles tortoniens : *Ancillaria glandiformis, Turritella valriacensis,* et nombreuses variétés, *Turritella Archimedis, Pleurotoma ramosa, Pleurotoma cataphracta, Cardita Jouanneti, Arca diluvii*, etc., etc.

» Les couches fossilifères sont surmontées de sables et grès jaunes, et de poudingues épais qui terminent le miocène supérieur. Je n'y ai pas trouvé de fossiles.

» III. Si, depuis Hamman Rira, on suit les couches miocènes dans le département d'Oran, mais par le sud du massif de l'Ouarsenis, jusqu'à Tiaret et Mascara, on voit le plus souvent l'étage helvétien reposer directement sur les terrains jurassiques et crétacés.

» Dans le massif de Mascara, on peut relever des successions analogues à celles que je viens d'indiquer :

» 2° A la base, dans les ravins de l'oued Sidi Amar, à droite de la route d'Oran, vers le kilomètre 91, on voit les couches de poudingues et de grès grossiers, qui représentent probablement l'helvétien inférieur.

» L'helvétien proprement dit est représenté par des marnes grises et bleues que l'on peut étudier sur toutes les pentes du massif des Beni Chougran.

» 3° L'étage *tortonien* comprend des sables argileux avec *Ancillaria glandiformis, Phos polygonum, Turritella valriacensis* et nombreuses variétés, *Turritella Archimedis, Natica millepunctata* *assa semistriata,* etc., etc.

» Au-dessus viennent des grès sableux jaunes et des poudingues, qui constituent le djebel Chareb er Riha, et qui terminent le miocène supérieur (1).

» IV. Les résultats de ce travail sont :

» 1° Les faunes de Mascara, et des Beni Rached et Carnot sont identiques : elles n'appartiennent pas à deux étages différents, comme on l'a publié.

» 2° Le dernier soulèvement de l'Atlas n'a pas eu lieu à la fin de l'époque helvétienne (miocène moyen), comme on l'a cru jusqu'ici ; il est post-tortonien, il a eu lieu à la fin du miocène supérieur, car les couches du Gontas, de Ben Chicao, de Teniet el had, de Mascara, etc. sont tortoniennes; elles sont à l'intérieur du massif de l'Atlas et ont été portées à des hauteurs qui atteignent 800^m, 1000^m et 1700^m.

» Ce résultat important est à rapprocher des idées générales émises dans ces dernières années, que les zones de plissements sont d'autant plus rapprochées de l'équateur qu'elles sont plus récentes. »

M. **Huc** adresse un Mémoire relatif à la constitution des espaces interplanétaires.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

(1) J'ajouterai qu'une liste de fossiles de Mascara a déjà été publiée comme tortonienne par M. Bleicher.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Nouvelles recherches sur la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes;* par M. **Berthelot**.

« J'ai établi la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes contenus dans la terre végétale, et cette vérité, acceptée aujourd'hui après de longues discussions, a renversé les anciennes théories relatives à l'impuissance prétendue de l'azote atmosphérique libre à intervenir directement dans la nutrition des êtres vivants. Mais les mécanismes suivant lesquels cette fixation s'accomplit demeurent encore obscurs : c'est pour essayer de les éclaircir que j'ai entrepris les expériences nouvelles qui vont être exposées.

» La fixation de l'azote a lieu par l'intermédiaire de certains microbes, de l'ordre des plantes inférieures contenues au sein de la terre végétale; elle s'accomplit sur les principes organiques que l'analyse constate dans le sol.

» Ces faits sont établis; mais l'on n'a pas décidé jusqu'ici si les principes enrichis en azote constituent les composants permanents des tissus des microbes ou bien s'ils ne font que traverser ces tissus, de façon à en sortir modifiés dans leur composition, comme on l'admet aujourd'hui pour la fixation de l'oxygène par les mycodermes de la fermentation acétique. On peut aussi se demander si les microbes du sol n'ont pas besoin pour fixer l'azote du concours des plantes vertes, conformément à la théorie de la symbiose, développée par MM. Hellriegel et Willfarth dans leurs recherches sur les Légumineuses, les tissus entrelacés du microbe et de la plante verte vivant d'une vie commune; ou bien le microbe provenant de la terre et vivant pour son propre compte, trouverait-il simplement au sein de la Légumineuse, à la façon d'un parasite, des conditions et un milieu favorables, grâce auxquels il fixerait l'azote sur ses tissus spéciaux, en engendrant des principes azotés, utilisables ultérieurement et d'une façon indépendante, pour la nutrition de la Légumineuse qui lui sert de support momentané.

» Ces problèmes sont trop intéressants et trop complexes pour être décidés d'un seul coup; mais j'ai pensé que l'on pourrait apporter quelque lumière à la solution en fournissant aux microbes des aliments plus simples et mieux connus que l'ensemble indéfini des matériaux de la terre végétale. Je me suis adressé aux acides humiques, qui en forment une très petite fraction, tout en constituant la partie essentielle des principes hydrocarbonés du sol.

» D'une part, j'ai opéré sur un acide humique naturel, retiré d'un sol pris dans ces terrains de la station de Chimie végétale de Meudon qui possèdent la propriété de fixer l'azote; et, d'autre part, sur l'acide humique artificiel, préparé au moyen du sucre. L'acide humique naturel contenait 3,61 centièmes d'azote, d'après deux dosages très concordants (1); tandis

---

(1) J'ai extrait cet acide humique en traitant la terre par la potasse étendue, filtrant, précipitant la solution brune par la potasse étendue, et soumettant le produit insoluble à des lavages prolongés; on le sèche à une douce chaleur; puis on le laisse quelque temps au contact de l'air.

La composition du produit était la suivante :

que l'acide humique artificiel était exempt d'azote ([1]), ou plus exactement contenait sur 1^{gr} de matière un cinquième de milligramme de cet élément, d'après des analyses très précises.

» J'ai pris 5^{gr} (soit $4^{gr},725$ séchés à 110°) d'acide humique naturel; je les ai introduits dans un flacon de 6^{lit}, rempli d'air; j'ai versé dessus 5^{cc} d'eau distillée, puis 2^{cc} d'eau, contenant en suspension des végétaux inférieurs verdâtres, développés au fond d'un flacon contenant de l'eau ordinaire et exposé à un faible éclairage. La quantité de matière organique ainsi introduite est presque impondérable; mais le liquide renferme les semences d'êtres vivants multiples, parmi lesquels certains sont capables d'assimiler l'azote. Ce ne sont pas d'ailleurs toujours des plantes vertes qui se développent corrélativement, ainsi qu'il va être dit, la spécification des microbes fixateurs d'azote demeurant à préciser.

» J'avais signalé, dès le début de mes recherches, l'apparition de végétations vertes dans mes flacons, mais sans en tirer de conclusions, ayant observé que la fixation de l'azote avait lieu pareillement, en l'absence de plantes vertes et en présence seulement de végétaux microscopiques inco-

---

C	50,4
H	4,8
O	32,6
Az	3,6
Cendres	3,1
Eau volatile à 110°	5,5
	100,0

Cette composition répond sensiblement à celle d'un corps amidé, résultant de l'union de l'ammoniaque avec un hydrate de carbone moitié moins oxygéné que les glucoses.

La composition des cendres ci-dessus a été trouvée, par dosages directs :

Silice	0,42
P^2O^5	0,25
Chaux	0,04
Potasse	0,90
Oxyde de fer	0,48
Alumine	0,90
	2,99

([1]) Et de cendres.

lores. MM. Franck, de Berlin, et Schlœsing fils nous ont apporté à cet égard de nouvelles lumières. Mais la question demeure ouverte et toute conclusion absolue à cet égard me semble, à l'heure actuelle, prématurée. Je poursuis d'ailleurs l'étude spécifique des microbes fixateurs d'azote, bactéries et végétaux microscopiques, en même temps que celle des aliments qui leur sont favorables.

» Mais revenons à l'exposition de mes nouvelles expériences sur ce dernier point. Après introduction des matériaux, le flacon a été fermé avec un bouchon à l'émeri, enduit d'une trace de vaseline, de façon à assurer une clôture hermétique.

» Un second flacon a été disposé de la même manière avec l'acide humique naturel, avec cette seule différence qu'on y a introduit 100^{cc} d'eau distillée.

» Dans un troisième flacon, on a mis 5^{gr} d'acide humique artificiel, 15^{cc} d'eau distillée et 2^{cc} du liquide d'ensemencement.

» Enfin, dans un quatrième flacon, on a mis 5^{gr} d'acide humique artificiel, 100^{cc} d'eau distillée et 2^{cc} du liquide d'ensemencement.

» Les quatre flacons ont été placés sur une planche et exposés à la lumière diffuse, de façon à ne jamais recevoir l'éclairage direct des rayons solaires.

» Dans ces conditions, on opère sur un volume d'air limité et invariable, et l'on évite toute introduction de matières étrangères, contenues dans une atmosphère illimitée. La fixation de l'azote peut être constatée dès lors par la méthode la plus directe et la plus certaine, à savoir son dosage dans les principes organiques renfermés au sein du vase.

» Les expériences ont duré du 30 juin au 22 octobre 1892, c'est-à-dire près de quatre mois, à la température ambiante.

» Voici les résultats obtenus.

» Dans les quatre flacons, il s'était développé des végétaux microscopiques blanchâtres, d'espèces multiples; il s'était formé en même temps une proportion notable d'acide carbonique, due à l'action de l'oxygène sur l'acide humique, action exercée en partie par une influence purement inorganique, ainsi que je l'ai établi précédemment, en partie aussi sans doute sous une influence microbienne. Cette formation d'acide carbonique mérite attention; car tel est probablement l'intermédiaire par lequel le carbone passe de l'acide humique aux végétaux développés dans le flacon.

» I. Le poids de matière retrouvée dans le premier flacon s'élevait à $4^{gr},681$ (séché à $110°$), au lieu de $4^{gr},725$ initial; la différence était due

aux pertes d'acide carbonique et d'eau, compensées en partie par des fixations d'oxygène, et aussi à la difficulté de récolter entièrement la matière mise dans les flacons. Les gains obtenus sont donc évalués trop bas.

On a retrouvé un poids d'azote final combiné égal à...	0^{gr}, 1909
L'acide humique primitif en renfermait	0^{gr}, 1805
Gain..	0^{gr},0104; soit 6 centièmes

» II. Poids de matière retrouvée : 4^{gr},618, au lieu de 4^{gr},725 initial.

Poids d'azote combiné final	0^{gr},1961
Poids combiné initial	0^{gr},1805
Gain..........................	0^{gr},0156; soit 9 centièmes

» Il y a donc eu gain d'azote dans les deux cas, la matière humique ayant servi d'aliment aux microbes.

» En traitant une portion de la matière finale par l'eau, on a vérifié que l'extrait aqueux ne contenait pas trace de nitrate, mais seulement une dose d'azote ammoniacal (ou de corps azoté susceptible d'en former aisément) égale à 0^{mgr},12.

» III. Ces expériences avaient été précédées par une autre, exécutée depuis l'automne de 1891 jusqu'au mois de juin 1892, sur 5^{gr} du même acide humique naturel, mouillé et abandonné dans un grand flacon, que l'on avait fait traverser à plusieurs reprises par un courant d'air non purifié et contenant les poussières provenant du sol ambiant. Il s'y était développé spontanément des moisissures et végétations diverses, les unes vertes, les autres blanchâtres. Par l'analyse, on a retrouvé :

Matière totale......................	4^{gr},867	
Azote final.........................	0,2350	
Azote initial.......................	0,1805	
Gain.............	0,0545	ou 30,3 p. 100.

» Ce gain est plus considérable que les précédents, soit en raison de la durée plus longue de l'expérience, soit à cause de la nature plus active des espèces microbiennes multiples qui ont déterminé la fixation de l'azote.

» Venons maintenant aux expériences exécutées avec l'acide humique artificiel, composé sensiblement exempt d'azote.

» IV. Dans l'expérience exécutée en présence de 15^{gr} d'eau pure et de 5^{gr} d'acide humique, on a retrouvé :

Matière totale retrouvée	$4^{gr},9735$
Azote final	0,0036
Azote initial	0,0010
Gain	0,0026

» V. En présence de 100^{gr} d'eau pure

Matière totale retrouvée	$4^{gr},940$
Azote final	0,0034
Azote initial	0,0010
Gain	0,0024

» Dans les deux cas il y a eu fixation d'azote; fixation faible d'ailleurs, sans doute parce que l'acide humique exempt d'azote et de cendres est un aliment insuffisant pour les microbes.

» J'ajouterai que le dosage de l'azote initial dans l'acide humique artificiel indiqué ci-dessus a été répété en octobre 1892 et a fourni sur 5^{gr} : $0^{gr},0010$ d'azote. Ce dosage avait été exécuté une première fois en décembre 1891, sur le même échantillon, ce qui avait fourni, sur 5^{gr} : $0^{gr},00065$, résultat qui ne diffère pas du précédent, dans les limites d'erreur. On avait analysé en même temps le même acide humique, oxydé et jauni avec perte d'acide carbonique, en vase clos, sous l'influence de l'air et de la lumière, lequel avait donné, pour 5^{gr} : $0^{gr},0010$ d'azote. Le même acide enfin, ayant subi en vase clos les influences simultanées de l'air, de la lumière et de l'eau, a donné, pour 5^{gr} de matière : $0^{gr},0009$ d'azote.

» Ces nombres, en même temps qu'ils contrôlent la précision des méthodes employées, montrent qu'il n'y a pas fixation d'azote par le seul fait d'une oxydation purement chimique de l'acide humique, accomplie sous les influences simultanées de l'air et de la lumière : ce qui fait ressortir l'intervention des microbes dans les résultats constatés plus haut.

» Ces résultats permettent dès lors de pousser plus loin l'analyse des phénomènes qui président à la fixation de l'azote, en remplaçant la terre végétale, prise dans son ensemble, par l'un des principes organiques qui y sont contenus, lequel joue vis-à-vis des microbes le rôle de support et d'aliment. »

OPTIQUE. — *Photographies colorées du spectre, sur albumine et sur gélatine bichromatées.* Note de M. G. LIPPMANN.

« On sait qu'une couche sèche d'albumine ou de gélatine bichromatée est modifiée par la lumière : la matière organique devient moins hygrométrique. La plupart des procédés d'impression photomécanique employés dans l'industrie sont fondés sur cette action de la lumière.

» Une couche d'albumine (ou de gélatine) bichromatée, coulée et séchée sur verre, est exposée à la chambre noire, adossée à un miroir de mercure. Il suffit ensuite de la mettre dans de l'eau pour voir apparaître les couleurs; ce lavage à l'eau pure, en enlevant le bichromate, fixe l'épreuve en même temps qu'il la développe. L'image disparaît quand on sèche la plaque, pour reparaître chaque fois qu'on la mouille de nouveau.

» Les couleurs sont très brillantes; on les voit sous toutes les incidences, c'est-à-dire en dehors de l'incidence de la réflexion régulière. En regardant la plaque par transparence, on voit nettement les complémentaires des couleurs vues par réflexion.

» La gélatine bichromatée se comporte de même, sauf que les couleurs apparaissent à leur place, non quand la plaque est mouillée en plein, mais quand on la rend légèrement humide en soufflant à sa surface.

» La théorie de l'expérience est facile à faire. Comme dans le cas des couches sensibles contenant un sel d'argent, le miroir de mercure donne lieu, pendant la pose, à une série de maxima et de minima d'interférence. Les maxima seuls impressionnent la couche, qui prend, par suite, une structure lamellaire et se divise en couches alternativement gonflables et non gonflables par l'eau. Tant que la plaque est sèche, on n'aperçoit pas d'image. Mais dès que l'eau intervient, les parties de la couche non impressionnées s'en imbibent; l'indice de réfraction varie dès lors périodiquement, dans l'épaisseur de la couche, de même que le pouvoir réflecteur, et l'image colorée devient visible (1). »

(1) Lorsque l'on emploie l'albumine, il faut étendre une couche de ce liquide sur verre, la faire sécher et, de plus, la coaguler par du bichlorure de mercure avant de la plonger dans le bichromate de potasse. Sans cette précaution, l'albumine non impressionnée se dissoudrait lors du lavage à l'eau pure. On peut passer au bichlorure de mercure soit avant, soit après que la plaque a reçu l'impression lumineuse.

ÉCONOMIE RURALE. — *Les canaux d'irrigation du Rhône.* Note de M. **Chambrelent.**

« Dans une Communication que nous a faite notre honorable Confrère M. Chatin, dans la séance du 12 septembre, il nous a dit que dans le sud-est, la sécheresse avait été si excessive que beaucoup de prairies n'avaient pas même été fauchées et que des cultivateurs, n'ayant plus de quoi nourrir leur bétail, étaient obligés de le vendre à vil prix. C'est un mal qui s'est produit dans toute la France, là où les prairies n'étaient pas arrosées.

» Cette disette des terrains non arrosés, et la belle production de ceux qui jouissent de canaux d'irrigation, ont ravivé encore plus les si justes impatiences des populations qui attendent depuis si longtemps les canaux du Rhône, dont la déclaration d'utilité publique a été prononcée depuis 1879.

» Dans la séance du Parlement du 12 juillet dernier, l'un des représentants des départements à arroser a demandé à M. le Ministre de l'Agriculture, en son nom et au nom de plusieurs de ses collègues, quelle suite le gouvernement entendait donner aux canaux dérivés du Rhône. Le Ministre a répondu que, en présence des réclamations qui s'élèvent de toutes parts, il déposerait à la rentrée des Chambres un projet de construction de ces canaux.

» Depuis, et tout récemment encore, la Société d'agriculture de Vaucluse, l'une de celles qui s'occupent avec le plus de zèle et d'intelligence des intérêts agricoles de leur département, vient de faire remarquer qu'il ne peut plus y avoir d'exploitation agricole dans le pays sans les canaux d'irrigation, et elle proteste avec énergie contre les retards mis à l'exécution de ces travaux déclarés d'utilité publique depuis plus de douze ans.

» J'ai eu beaucoup à m'occuper, en 1879, lors de cette déclaration d'utilité publique, de ces canaux du Rhône, en vertu d'une mission spéciale qui m'avait été donnée par le Ministre des Travaux publics, à cette époque M. de Freycinet. J'ai pu apprécier par moi-même les immenses avantages que ces canaux devaient donner à des départements frappés par les plus cruels désastres.

» Nous avons pu aussi établir, et c'est là un point sur lequel je ne saurais trop insister, combien il était possible alors de construire ces canaux d'irrigation dans les conditions les plus rationnelles au double point de

vue technique et financier, en dehors de toutes compagnies concessionnaires à substituer à l'État. Je demande à l'Académie de lui exposer sommairement ces dispositions si rationnelles et les bienfaits qui doivent en résulter.

» Il y a déjà un certain nombre d'années, plusieurs des plus beaux départements du sud-est de la France étaient successivement frappés par trois fléaux qui détruisaient tous leurs produits.

» D'abord la maladie des vers à soie faisait disparaître leur grande industrie séricicole. Ils perdaient ensuite les produits de la culture de la garance, par suite de la création de teintures artificielles qui remplaçaient l'emploi de la garance. Enfin, le plus grand fléau de tous, le Phylloxera, venait les frapper comme un coup de foudre et anéantissait tous leurs vignobles. Le mal fut d'autant plus grand, que c'est dans ces terrains que le fléau éclata pour la première fois. Tout était détruit avant qu'on eût trouvé les moyens d'arrêter ou du moins de combattre le mal.

» Le désastre était tel que c'était, comme nous le disions alors, un devoir national de venir au secours de populations si durement frappées. Le trésor de l'État était lui même intéressé à ne pas laisser perdre ces sources de richesse enlevées au pays.

» Le remède se trouvait d'ailleurs tout indiqué et au milieu même du pays à sauver, c'était le fleuve qui coulait à travers la contrée.

» Là où l'on pouvait porter les eaux, la production du sol pouvait être décuplée, ainsi que nous l'avons dit dans notre Mémoire de 1888 *Sur les irrigations faites en France de* 1860 *à* 1880.

» Dans l'un des départements atteints, le Vaucluse, les eaux de la fontaine qui porte ce nom sont employées depuis longtemps à arroser les terrains où l'on pouvait les porter, et les bienfaits obtenus sont tels, qu'on les évalue à une augmentation de produits de 8 à 9 millions par année. Dans son Traité si remarquable d'Économie rurale, Léonce de Lavergne, en signalant ces bienfaits au point de vue agricole, les déclare si grands qu'ils auraient suffi, dit-il, à rendre la fontaine célèbre à défaut de la poésie. Les agriculteurs du pays ont du reste, à leur tour, poétisé la fontaine à leur point de vue; ils l'appellent *la corne d'abondance de la contrée.*

» Toutes les voix réclamaient donc les canaux du Rhône dans le pays et l'on peut dire dans la France entière.

» Un premier grand projet avait été dressé pour la construction de ces canaux et une Compagnie de financiers en poursuivait la concession; mais la disposition technique de ce projet avait donné lieu à de vives réclamations.

» Voici d'ailleurs quelles étaient les dispositions de ce premier projet :

» On prenait au Rhône, sur la rive gauche du fleuve, aux roches de Coudrieu, en amont de l'embouchure de l'Isère, une masse d'eau de 35^{mc}.

» L'Isère apporte au Rhône, à l'étiage, un volume d'eau de 100^{mc}. En aval de cet affluent, la rivière a reçu assez d'eau pour que sa navigation n'ait pas à souffrir d'une prise de 35^{mc}; mais, en amont, le fleuve, privé de ces 100^{mc} supplémentaires, pourrait voir son débit, réduit de 35^{mc}, se trouver insuffisant pour la navigation.

» En second lieu, sur les 35^{mc} pris à Coudrieu, un volume de 12^{mc} seulement, était utilisé sur la rive gauche; les 23^{mc} restants, après avoir parcouru une distance de 175^{km} sans être utilisés, devaient être portés sur la rive droite au moyen d'un siphon de 70^{m} de hauteur et 2250^{m} de longueur, passant sur le Rhône et remontant sur la rive droite.

» Ces trois départements étaient effrayés de voir leurs irrigations subordonnées à un ouvrage gigantesque, du succès duquel doutaient les ingénieurs les plus expérimentés.

» En admettant même qu'un tel travail pût être mené à bonne fin, il fallait un temps plus ou moins long pour l'exécuter, et aucun des propriétaires de la rive droite ne pouvait espérer recevoir une goutte d'eau avant son achèvement et on peut dire son parfait fonctionnement. Que d'aléas présentait d'ailleurs le simple entretien d'un tel travail !

» Néanmoins, malgré ces critiques, le Ministre crut devoir faire déclarer le canal d'utilité publique, mais en faisant bien remarquer que le premier projet présenté devait être considéré comme un simple avant-projet, dont les dispositions techniques pourraient être modifiées par un projet définitif.

» Et, en effet, le lendemain même de la loi déclarative d'utilité publique, le Ministre constituait un service spécial, composé des six ingénieurs en chef connaissant le mieux le pays, avec mission « de reviser le premier » projet et de rechercher si l'irrigation des mêmes terrains ne pourrait » pas être réalisée à des conditions plus économiques et moins inquié» tantes pour la navigation du fleuve ». Le Ministre me chargeait, en même temps, de ce qu'il appelait la haute direction de ce service, en me recommandant de porter, à la rédaction des projets à étudier, toute la rapidité possible.

» Nous remîmes nous-même peu de temps après, en 1880, à M. Carnot, qui venait de succéder comme Ministre des Travaux publics à M. de Freycinet, un nouveau projet qui répondait à toutes les objections faites.

» Voici en quoi consiste ce projet.

» On prend directement dans l'Isère le volume de 12^{mc}, nécessaire aux

irrigations de la rive gauche, et on les porte sur les mêmes terrains que les 12^{mc} du premier projet.

» On prend sur la rive droite, à Cornas, en aval de l'Isère, les 23^{mc} destinés à la rive droite et on les porte sur le même périmètre que les 23^{mc} que le premier projet fait passer par le siphon de Mornas.

» On a ainsi absolument les mêmes résultats, puisque l'on arrose exactement les mêmes périmètres; on ne prend de l'eau au Rhône que là où il est grossi d'un affluent de 100^{mc}, qui rend sans effet pour sa navigation la prise de 35^{mc} précédemment faite en amont.

» La dépense était, en outre, réduite de 18 millions.

» Le Ministre soumit de suite tout le travail du service spécial à la Commission permanente des eaux, composée des inspecteurs généraux des Finances et des Ponts et Chaussées les plus compétents. La Commission s'occupa d'urgence de l'examen des projets qui lui étaient soumis et, après avoir constaté les avantages que le nouveau projet présentait, elle conclut ainsi.

» Ces avantages nous paraissent décisifs et la Commission sans hésitation propose l'adoption du double projet qui répond aux conditions posées dans la loi du 20 décembre 1879.

» La Commission, signalant, en même temps, les nombreux mécomptes financiers survenus dans des Compagnies concessionnaires qui avaient entrepris précédemment des canaux d'irrigation, constatant les résultats avantageux qu'avait obtenus au contraire l'État en construisant lui-même ces canaux, notamment pour ceux dérivés du canal du Midi, la Commission, dis-je, fit remarquer combien il serait plus sûr pour les travaux que l'État se chargeât de la construction des canaux principaux.

» L'avis de la Commission permanente fut soumis au Conseil général des Ponts et Chaussées, dans une réunion plénière du 24 janvier 1881, que vint présider le Ministre lui-même, et à laquelle assistait le Directeur de la Navigation et du Service hydraulique, M. Rousseau, qui portait le même intérêt éclairé aux deux services dont il était chargé.

» Le Conseil général, après une longue délibération, adopta à l'unanimité le projet du service spécial et les propositions pour l'exécution des canaux principaux par l'État, et émit l'avis qu'il fût présenté le plus tôt possible un projet de loi sur ces bases, pour procéder en cette année même de 1881 à l'exécution des travaux.

» Et en effet, aussitôt après cet avis, M. le Ministre des Travaux publics et M. le Ministre des Finances présentèrent, à la date du 7 avril 1881, sur les

bases indiquées, un projet de loi qui permettait de procéder de suite, dans le courant de l'année, à l'exécution des travaux dans les meilleures conditions de solidité et d'économie, et aurait certainement assuré l'achèvement du canal à l'heure qu'il est s'il y avait été donné suite.

» Dans l'exposé des motifs à l'appui du projet de loi, le Ministre, l'honorable M. Carnot, faisait remarquer que, lorsque toute l'eau serait placée, l'État pourrait retirer un intérêt de plus de 4 pour 100 de sa dépense.

» Mais, ajoutait le Ministre, « en dehors de cet avantage direct qui peut paraître bien éloigné et jusqu'à un certain point douteux, si l'on envisage l'accroissement de la richesse publique qui sera le résultat certain de l'opération, le soulagement qu'elle portera aux souffrances de l'agriculture dans une région cruellement éprouvée depuis quelques années, les produits indirects de toute nature qu'elle procurera au Trésor, on reconnaîtra qu'elle présente un tel caractère d'utilité et même d'urgence que l'État ne doit pas hésiter à la prendre en main ».

» M. le Ministre des Finances, consulté, disait en terminant le Ministre des Travaux publics, a donné son adhésion au projet.

» Le projet fut d'ailleurs soumis, aussitôt la présentation, à une enquête spéciale dans chacun des départements intéressés. Tous donnèrent leur adhésion aux dispositions proposées.

» Dans le département de Vaucluse, la Commission d'enquête avait pour président M. Paul de Gasparin, un de nos Correspondants et le fils du grand agriculteur que l'Académie s'honore d'avoir compté dans son sein, et pour secrétaire M. le commandant Ducoz, président de la Société d'irrigation de Vaucluse, l'un des hommes les plus expérimentés et les plus pratiques dans les questions d'irrigation.

» La Commission parcourut les lieux elle-même; elle examina tous les projets, interrogea les propriétaires et émit l'avis suivant :

» La Commission

» Émet un avis formel en faveur du projet de loi présenté le 7 avril 1881.

» Adresse au Gouvernement de profonds remercîments pour son empressement et sa sollicitude à préparer dans d'excellentes conditions la réalisation d'une œuvre dont le résultat est impatiemment attendu par nos populations cruellement éprouvées.

» Dans le département du Gard, nous fûmes appelé à exposer devant le Conseil général, réuni à cet effet, les projets présentés et le mode d'exécution. L'un des membres du Conseil, qui portait un intérêt aussi éclairé que dévoué à cette question des canaux du Rhône, un de nos anciens et bien regrettés confrères, le général Perrier, voulut bien nous écrire qu'après avoir entendu notre exposé, il était convaincu que le

projet du Service spécial était le plus économique et le plus pratique, et, ajoutait-il, le seul présenté dans des conditions admissibles.

» Il n'est pas douteux aujourd'hui, pour une seule des personnes qui avaient examiné consciencieusement la question comme le général Perrier, que, si l'on eût donné suite au projet présenté le 7 avril 1881 par le Ministre des Travaux publics, M. Carnot, sur l'avis unanime de tous les Conseils techniques les plus compétents, les canaux du Rhône jetteraient aujourd'hui les eaux du fleuve sur les terrains où elles sont attendues depuis si longtemps.

» Depuis plus de 10 ans, rien, absolument rien n'a été fait, et cependant des sommes considérables ont été dépensées pour des projets nouveaux, exigeant des études aussi coûteuses qu'inutiles.

» Nous ne voulons pas examiner tous ces divers projets ici; nous nous bornerons à dire qu'ils ont été tous rejetés par les Conseils les plus compétents et que certains, destinés à être concédés à des Compagnies financières, ont été reconnus devoir amener fatalement un désastre financier, par la Commission du Sénat chargée de les examiner.

» Nous avons voulu, avant tout, exposer le projet, si précis et si pratique, présenté en 1881, par l'honorable M. Carnot, et établir combien il aurait donné prompte et entière satisfaction aux populations à desservir, s'il eût été exécuté quand il a été présenté.

» Nous ajouterons toutefois, en terminant, qu'en 1887, le général Perrier, qui était alors Président du Conseil général du Gard et qui continuait de plus en plus à faire les plus grands efforts pour la construction du canal, présenta au Conseil général qu'il présidait, un Mémoire qu'il nous avait prié de rédiger, pour bien établir les causes qui empêchaient jusqu'ici l'exécution du projet présenté par le Ministre des Travaux publics en 1881.

» Le Conseil général du Gard, après examen du Mémoire, en a voté l'insertion in extenso dans le registre des procès-verbaux de ses séances, en raison, dit le rapporteur, du jour qu'il jetait sur la question. Ce Mémoire y est inscrit, en effet, en entier et fait connaître les causes qui ont retardé jusqu'ici l'exécution des canaux d'irrigation du Rhône. »

M. H. **Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : « Théorie mathématique de la Lumière. — II. Nouvelles études sur la diffraction; Théorie de la dispersion, de Helmholtz. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Paris, pendant le 1er semestre 1891-1892 ».

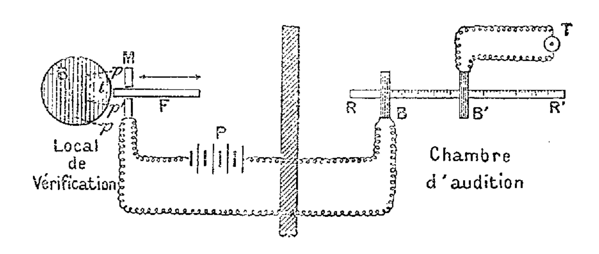
MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvel appareil, ou schiséophone, servant à explorer la structure intime des masses métalliques à l'aide d'un procédé électro-mécanique. (Sonomètre d'induction joint à un microphone).* Note de M. le capitaine de Place.

« La méthode employée pour scruter le métal à l'aide de cet instrument est la suivante : 1° frapper sur le métal à éprouver; 2° recevoir dans un microphone le son émis par le métal; 3° apprécier ce son à l'aide d'un sonomètre d'induction.

» Pour satisfaire à ces trois conditions, l'instrument se compose d'un frappeur, d'un microphone et de ses piles, et enfin d'un sonomètre d'induction, muni de ses téléphones.

» La figure schématique ci-dessous donne une idée de l'ensemble du système : on y voit, dans le local de vérification, le frappeur F traversant le microphone M, pour percuter le bloc de métal B à éprouver; puis, dans le



local d'audition, le sonomètre composé de la règle RR' et des bobines B et B', cette dernière étant reliée au téléphone T. Les éléments de piles sont placés en P.

» Le frappeur est constitué par une tige d'acier dur, qui est animée d'un mouvement de translation alternatif, soit au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, soit au moyen d'une manivelle mue à la main, soit enfin, ce qui est préférable, au moyen d'une poire en caoutchouc qui actionne un petit piston de bois portant la tige formant frappeur. La vitesse à imprimer au percuteur ne doit pas être plus considérable que celle donnant trois coups en deux secondes; quand on précipite le mouvement, la lecture se fait mal dans les téléphones. Le microphone est traversé par le frappeur

et monté sur un manche dont l'avant-bec le maintient toujours à bonne distance du métal à éprouver. Ce microphone se rapproche, par sa structure, du type du microphone de Crossley, à baguettes de charbon disposées en triangle ou en carré, et montées sur des cubes de charbon.

» La pile est formée de deux séries d'éléments servant tour à tour, au moyen d'un commutateur, pour éviter la polarisation. Elles sont du type Leclanché, mais à liquide immobilisé par la substance complexe dénommée *Mélasine* par M. de Place et présentant cette particularité de ne se dessécher jamais.

» Le sonomètre est composé d'une règle graduée arbitrairement (en centimètres généralement), et de deux bobines, dont l'une fixe, placée au zéro, est enroulée d'un fil recouvert, d'une résistance de 125 ohms, et dont chacun des bouts est dans le circuit de la pile et du microphone. L'autre bobine, de 125 ohms également, est mobile et communique aux deux téléphones de pareille résistance.

» Il est facile de comprendre maintenant comment fonctionne l'appareil.

» A l'appel d'une sonnerie d'avertissement, l'opérateur chargé de présenter les pièces à éprouver commence la percussion. L'opérateur chargé de la vérification, ayant aux oreilles les téléphones maintenus par une jugulaire têtière, perçoit dans ceux-ci le bruit du frappeur. Il éloigne alors la bobine mobile de la bobine fixe, jusqu'à ce qu'il n'entende plus qu'un son *à peine perceptible*. On pourrait reculer jusqu'au silence parfait, mais on conçoit que, perdant ainsi toute relation avec le frappeur, on demeurerait dans le vague.

» Tant que, pour une pièce d'égale épaisseur (rails, cuirasses, arbre de couche, bloc, etc., etc.), le bruit reste le même, c'est que la pièce est saine et exempte de fissures, soufflures ou *tapures*. Si, au contraire, le son vient à changer en augmentant, c'est qu'une tapure, une fissure, une soufflure a été rencontrée par le frappeur. Vu le peu de volume du son conservé primitivement, il est très facile de saisir la moindre augmentation ou le moindre changement.

» La distance qui sépare la bobine mobile de la bobine fixe est variable avec chaque opérateur et dépend du degré d'audibilité de chacun. Elle augmente avec l'habitude de l'appareil.

» Quand on opère sur des pièces d'épaisseur inégale, comme sur des obus de rupture, qui « trempés raide » *tapent* très souvent à l'ogive, on établit sur un obus sain (ayant traversé une plaque au tir d'essai) une

sorte de table donnant le point où, pour un même opérateur, s'arrête la bobine induite mobile. Les déviations dans les expériences ultérieures indiquent les tapures.

» Cet appareil a reçu la sanction de la pratique dans de nombreuses usines. Il a été nommé *schiséophone*, de σχίσις, fissure, et φώνη, voix. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une Lettre par laquelle le Président de l'Association française pour l'avancement des Sciences lui fait connaître les conditions d'un concours relatif aux questions se rapportant à la rage :

L'Association française pour l'avancement des Sciences a reçu, d'un donateur anonyme, une somme de 600fr, destinée à récompenser, sous la forme de deux prix, l'un de 400fr, l'autre de 200fr, les auteurs du meilleur travail sur la question suivante :

« Étudier, d'après des documents locaux, la fréquence de la rage et les mesures prophylactiques en vigueur dans un département, la Seine excepté, ou une région (deux ou trois départements) de la France et de l'Algérie. Les chiffres statistiques devront porter au moins sur dix années et comprendre les résultats de 1892. »

Les manuscrits devront être envoyés, avant le 31 mars 1893, au Secrétaire du Conseil de l'Association.

(Suivent quelques indications sur les points qui doivent fixer particulièrement l'attention des auteurs).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La suite et fin de la « Théorie du mouvement des planètes, par M. *G. Leveau* » (présenté par M. Tisserand);

2° Une brochure intitulée « Cadran solaire; système Ch. Chamberland ». Cette brochure, présentée à l'Académie par M. Tisserand, est accompagnée d'un exemplaire de l'appareil lui-même (petit modèle).

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard (d 1892), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Présentées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.		Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Oct. 17....	*a* 3984 BD + 11	8,4	−0. 8,82	−5.55,0	20:20
18....	*b* 4062 BD + 10	8,8	+0.15,74	−2.52,1	16:16
20....	*c* 4308 BD + 9	9,5	+0. 6,16	−3.40,0	4:4
21....	*d* 4330 BD + 9	9,1	−0. 9,20	+3. 8,1	10:10
22....	*e* Anonyme	9,5	+0.22,28	−1.26,5	8:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1892.		Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 17.....	*a*	19.42.10,57	+1,53	+11.12.31,3	+9,0	Rapp. à *f*
18.....	*b*	19.43.58,55	+1,53	+10.47.46,7	+9,0	Weisse₁ (n° 1077)
20.....	*c*	19.48.43,07	+1,53	+10. 4.37,8	+9,0	Rapp. à *g*
21.....	*d*	19.51.19,85	+1,54	+ 9.35.56,8	+9,0	B. B. VI
22.....	*e*	19.53. 8,50	+1,54	+ 9.19.23,7	+9,0	Rapp. à *h*
.....	*f*	19.44.40,20	»	+10.57.37,5	»	B. B. VI (4065 + 10)
.....	*g*	19.47. 6,64	»	+10. 4.30,8	»	Weisse₁ (n° 1153)
.....	*h*	19.51. 4,02	»	+ 9.21.31,7	»	Weisse₁ (n° 1240)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 17........	8.55. 7	19.42. 3,28	$\bar{1}$,445	+11. 6.45,3	0,757
18........	8.20.54	19.44.15,82	$\bar{1}$,375	+10.45. 3,6	0,752
20........	7.56.32	19.48.50,76	$\bar{1}$,317	+10. 1. 6,8	0,753
21........	7.55.58	19.51.12,19	$\bar{1}$,317	+ 9.39.13,9	0,756
22........	7.16. 0	19.53.32,32	$\bar{1}$,174	+ 9.18. 6,2	0,754

« *Remarques.* — Oct. 17. La comète, qui est très faible (grandeur 13,3-13,4), est diffuse, vaguement ronde, de 40″-50″ de diamètre, plus brillante vers le centre, avec condensation diffuse qui se fond graduellement avec le reste de la nébulosité.

» Oct. 22. Pendant l'observation la comète se projetait sur une petite étoile 13,3 qui a dû influencer les mesures. Le ciel, qui s'est couvert ensuite, n'a pas permis de continuer les observations. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Barnard du 12 octobre 1892;* par M. L. SCHULHOF, présentés par M. Tisserand.

« A l'aide des observations de M. Bigourdan des 17, 20 et 22 octobre, j'ai calculé les éléments paraboliques suivants de la nouvelle comète de M. Barnard.

	Comète de Barnard 1892.		Comète de Wolf.
Temps m. 1892 nov. 20, 5394, temps m. de Paris.			
π	351°. 3'.14"	Équin. et	19°.12'
☊	195.30.59	écl. moy.	206.22
i	36.46.18	1892,0	25.15
$\log q$	0,242782		0,2022
e			0,5571

» Ces éléments, qui laissent subsister dans la longitude du second lieu l'écart très considérable $\Delta\lambda \cos\beta = -29''$, ne peuvent être regardés que comme une première approximation. Il est possible que la variation du rapport des deux distances géocentriques extrêmes diminuerait sensiblement ce grand écart. Il est toutefois très probable que cet astre appartient aussi au groupe des comètes périodiques dont l'orbite elliptique est due à l'action de Jupiter. En effet, ses éléments présentent une grande ressemblance avec ceux de la comète périodique de Wolf que j'ai mis en regard. Si la comète avait effectivement une courte durée de révolution, son excentricité, tout comme celle de la comète de Wolf, ne devra pas dépasser sensiblement la valeur 0,5, pour qu'elle puisse se trouver dans le voisinage de Jupiter, dans le point dont la longitude héliocentrique est égale à 196°. Elle confirmerait dans ce cas d'une manière remarquable le fait signalé par moi que les points de proximité des comètes périodiques de Jupiter se groupent particulièrement vers l'aphélie de cette grosse planète. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre*. Note de M. L. AUTONNE, présentée par M. Jordan.

« Soit H l'équation différentielle du premier ordre

$$F(x, y, y') = 0,$$

F désignant un polynôme. Continuant et généralisant mes recherches précédentes (*Comptes rendus*, 16 mars et 9 novembre 1891, 22 février 1892), je suis parvenu à constituer une théorie des intégrales algébriques de H ou, ce qui revient au même, une théorie des intégrales algébriques G, tracées sur la surface $\mathfrak{F}$, qui représente H, en vertu de mes conventions habituelles.

» Appelons *nœud* tout nodal (*voir* pour la définition du point nodal sur $\mathfrak{F}$ ma Note du 9 novembre 1891) dont l'exposant est égal au quotient de deux entiers positifs; tout nodal qui n'est pas un nœud sera un *col*.

» La surface $\mathfrak{F}$ *la plus générale de son degré* N possédera

$$N(N^2 - 2N + 2)$$

cols tous distincts; aucun exposant ne sera ni nul, ni infini. Alors *le degré de toute courbe indécomposable* G, *intégrante algébrique tracée sur* $\mathfrak{F}$, *ne peut dépasser le plus grand entier* [N] *contenu dans la fraction*

$$\frac{N(N^2 + 6N + 11)}{3(N + 2)}.$$

» G *n'a d'autres points multiples que des points doubles à tangentes séparées; ces points sont tous en des cols de* $\mathfrak{F}$; *les deux tangentes sont les deux asymptotes de l'indicatrice de* $\mathfrak{F}$ *au col considéré.*

» Appelons pour la courbe gauche G

n le degré;
p le genre;
δ le nombre des points doubles, tous cols de $\mathfrak{F}$;
k le nombre des cols de $\mathfrak{F}$, points simples de G.

» Les quatre entiers n, p, δ, k sont assujettis aux conditions

$$(1) \qquad n(N - 2) = 2(p - 1) + k + 2\delta,$$

$$(2) \qquad nN + 1 \leqq \tfrac{1}{6} N(N^2 + 6N + 11) + p + \delta.$$

» La connaissance du maximum [N] de n ramène la recherche effective de *toutes* les intégrantes algébriques tracées sur $\mathfrak{F}$, en nombre fini ou infini, qui peuvent exister, à des calculs purement élémentaires (*voir* au surplus ma Note du 22 février 1892; les résultats n'en sont aucunement modifiés par l'apparition sur G de points doubles à tangentes séparées).

» Il n'y a rien à dire sur la quadrique $\mathfrak{F}$,

$$N = 2;$$

j'en ai depuis longtemps construit toutes les intégrantes (Note du 14 novembre 1887). Voici maintenant ce que fournit l'application de la méthode à la surface cubatique $\mathfrak{F}$,

$$N = 3, \qquad [N] = 7.$$

» *Il n'existe sur* $\mathfrak{F}$ *qu'un nombre fini d'intégrantes algébriques. Celles que l'on peut s'attendre à rencontrer, isolées ou réunies, sont comprises parmi les treize courbes de l'énumération suivante :*

$n = 3, 4$ ou 5,	$p = \delta = 0$,		$k = 5, 6$ ou 7;
$n = 5$,	$p = 1$,	$\delta = 0$,	$k = 5$;
$n = 6$,	$p = 0, 1, 2, 3$,		$k + 2\delta = 8, 6, 4$ ou 2;
$n = 7$,	$p = 0$,	$\delta \geqq 3$,	$k \leqq 3$;
$n = 7$,	$p = 1$,	$\delta \geqq 2$,	$k \leqq 3$;
$n = 7$,	$p = 2$,	$\delta \geqq 1$,	$k \leqq 3$;
$n = 7$,	$p = 3$ ou 4,		$k + 2\delta = 3$ ou 1.

» L'exemple choisi de la cubatique $\mathfrak{F}$ conduit à une autre application. J'ai montré dans un autre travail (*Journal de l'École Polytechnique*, LXIe et LXIIe cahiers et *Annales de l'Université de Lyon*; 1892) que la recherche des intégrantes sur une cubatique équivalait à l'intégration d'une équation différentielle Ω du premier ordre, du premier degré, de dimension quatre, *réglementaire* et *munie de six points dicritiques*. Les résultats ci-dessus fournissent donc les intégrales algébriques de Ω.

» Il semblerait que la présente théorie résout *dans le cas général* le problème relatif à la recherche des intégrantes algébriques sur une surface $\mathfrak{F}$ ou le problème équivalent, relatif à l'intégration algébrique de l'équation H. Malheureusement deux réserves sont à faire.

» D'abord la surface $\mathfrak{F}$, la plus générale dans son degré, ne représente pas l'équation H la plus générale. Loin de là : si H est pourvue seulement

de singularités ordinaires, $\mathfrak{F}$ possède des singularités exceptionnelles : droites multiples, points coniques ou multiples, ... Cela tient au mode de représentation employé (voir le Chapitre I du Mémoire inséré au LXI[e] cahier du *Journal de l'École Polytechnique*). Les singularités compliquées de $\mathfrak{F}$ rendent le calcul du maximum [N] très malaisé.

» En se bornant aux équations H pour lesquelles la surface représentative $\mathfrak{F}$ est la plus générale dans son degré (ce qui fournit une catégorie d'équations H encore assez étendue), on rencontre une seconde difficulté : il n'est pas évident que la présence sur $\mathfrak{F}$ d'intégrantes algébriques, même en nombre fini, n'entraîne pas l'apparition de nœuds. Le contraire est probable dans beaucoup de cas.

» Cette seconde réserve est beaucoup moins grave que la première; la méthode n'est pas essentiellement détruite par l'apparition de nœuds, quoique certains résultats soient modifiés. Ainsi, par exemple, un nœud peut être, pour l'intégrante C, un point multiple; l'exposant étant $\frac{l}{m}$, $m < l$, la plus grande complication pour l'allure de C au nœud est la suivante : deux branches simples touchent les deux asymptotes de l'indicatrice de $\mathfrak{F}$ au nœud et une branche m^{uple} touche une des deux asymptotes, en possédant un contact du $s^{\text{ième}}$ ordre avec la branche simple correspondante; s est l'entier immédiatement inférieur à l'exposant $\frac{l}{m}$.

» Grâce aux savantes recherches d'Halphen sur les points singuliers des courbes algébriques planes, il est possible d'apprécier l'influence des nœuds et des exposants sur le maximum [N] et les conditions (1) et (2) ci-dessus. Toutefois la matière appelle une discussion plus approfondie, qui fera l'objet d'une Communication ultérieure. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les centres de courbure géodésique.* Note de M. **Th. Caronnet**, présentée par M. Darboux.

« Considérons sur une surface un système orthogonal quelconque et soit

$$ds^2 = A^2\,du^2 + C^2\,dv^2$$

l'élément linéaire de la surface rapportée à ce système.

» On sait, en adoptant les notations de M. G. Darboux, que les rayons

de courbure géodésique des lignes coordonnées ont pour expressions

$$\rho_{gu} = -\frac{AC}{\frac{\partial A}{\partial v}}, \qquad \rho_{gv} = \frac{AC}{\frac{\partial C}{\partial u}};$$

et que les coordonnées des centres de courbure géodésique correspondants s'écrivent

$$\text{(G)} \qquad x = 0, \qquad y = \rho_{gu}, \qquad z = 0;$$
$$\text{(G')} \qquad x = -\rho_{gv}, \qquad y = 0, \qquad z = 0.$$

» Ceci posé, envisageons la congruence des droites GG' et cherchons la condition pour qu'elle soit normale à une surface.

» Nous avons pour les coordonnées d'un point de GG'

$$x_1 = -\rho_{gv} + \frac{\rho_{gv}}{\sqrt{\rho_{gu}^2 + \rho_{gv}^2}}\lambda.$$
$$z_1 = 0,$$
$$y_1 = \frac{\rho_{gu}}{\sqrt{\rho_{gu}^2 + \rho_{gv}^2}}\lambda.$$

» Le déplacement de ce point, rapporté au trièdre de la surface, a pour composantes

$$dx_1 + A\,du - (r\,du + r_1\,dv)y_1$$
$$dy_1 + C\,dv + (r\,du + r_1\,dv)x_1$$
$$(p\,du + p_1\,dv)y_1 - (q\,du + q_1\,dv)x_1.$$

» En écrivant qu'il est normal à la droite GG', quels que soient du et dv, nous obtenons pour déterminer λ

$$d\lambda = \frac{1}{2}\frac{d\rho_{gv}^2}{\sqrt{\rho_{gu}^2 + \rho_{gv}^2}}.$$

» Pour que λ existe, il est donc nécessaire et suffisant que les courbures géodésiques soient fonctions l'une de l'autre. On peut donc énoncer le théorème suivant :

» Théorème I. — *Pour que les droites* GG' *qui joignent les centres de courbure géodésique d'un système orthogonal quelconque engendrent une congruence de normales, il faut et il suffit que les courbures géodésiques correspondantes soient fonctions l'une de l'autre.*

» *Remarque.* — On retrouve une propriété connue des *développées,*

en considérant une famille de géodésiques et leurs trajectoires orthogonales.

» L'un des rayons de courbure géodésique, MG, est infini; par suite, la parallèle à Mx, menée par G' reste normale à une surface qui est précisément la seconde nappe focale des tangentes aux géodésiques considérées.

» Maintenant, supposons que le système orthogonal soit formé des lignes de courbure, et appelons C, C' les centres de courbure principaux.

» On démontre aisément, d'une façon analogue, la proposition suivante :

» Théorème II. — *Pour qu'une droite telle que* CG', *qui joint un centre de première courbure principal au centre de seconde courbure géodésique, engendre une congruence de normales, il faut et il suffit que les courbures considérées soient fonctions l'une de l'autre.*

» *Application.* — Soit une surface à lignes de courbure circulaire dans un système. On peut la considérer comme enveloppe de sphères dont le centre décrit une courbe, le rayon étant une fonction de l'arc de la courbe.

» Appelons (γ) un cercle de courbure. Son centre de courbure géodésique G est précisément le sommet du cône circonscrit à la surface le long de (γ).

» D'autre part, pour tous les points M de ce cercle, les centres de courbure géodésique du second système sont situés sur la caractéristique (Δ) du plan du cercle.

» Ceci posé, on voit que, pour que les courbures géodésiques soient fonctions l'une de l'autre, il est nécessaire et suffisant que l'arête MG soit constante.

» Soit donc : $MG = a$.

» Le rayon des sphères enveloppées est alors déterminé par l'équation

$$\frac{\sqrt{a^2+R^2}}{R}\,dR = ds,$$

qui donne, en effectuant la quadrature,

$$\sqrt{a^2+R^2} + \frac{a}{2}\,L\frac{\sqrt{a^2+R^2}-a}{\sqrt{a^2+R^2}+a} = s + b.$$

» L'application des deux théorèmes précédents va nous fournir deux propriétés géométriques de ces surfaces qui, chacune, les distinguent des

autres surfaces dont les lignes de courbure sont circulaires dans un système.

» 1. D'après le théorème (I), les droites issues de G et s'appuyant sur (Δ) engendreront une congruence de normales; donc le plan (G, Δ) est normal à la trajectoire du point G.

» 2. Considérons le cône (O, γ) qui a son sommet au centre O de la sphère enveloppée, il touche son enveloppe suivant une conique (Γ), lieu des centres de seconde courbure, quand on se déplace sur (γ), et dont le plan contient, comme on sait, la caractéristique (Δ).

» Or, d'après le théorème (II), si l'on joint chaque point G à tous les points de la conique (Γ) qui lui correspond, on obtient une congruence de normales. Donc, ou le point G est situé dans le plan de la conique (Γ) ou le cône (G, Γ) est de révolution autour de GO.

» Cette dernière hypothèse doit être écartée, car les points O et G appartiendraient à la focale de la conique (Γ), et ceci est impossible, puisque GO est tangente à cette focale au point O.

» Nous concluons de là que la conique (Γ) est contenue dans le plan (G, Δ). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Pfaff.* Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Pour l'équation différentielle totale

$$(1) \qquad X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_n\,dx_n = 0,$$

dans laquelle $X_1, X_2, \ldots, X_n$ sont des fonctions des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ dans le cas où l'équation (1) n'a que deux intégrales, il existe certaines conditions d'intégrabilité. Dans le but de déduire ces conditions, admettons que les intégrales de l'équation (1) sont en même temps intégrales du système de deux équations

$$(2) \qquad A_{s,1}\,dx_1 + A_{s,2}\,dx_2 + \ldots + A_{s,n}\,dx_n = 0 \qquad (s = 1, 2),$$

où $A_{s,i}$ sont certaines fonctions des variables qui satisfont à des conditions connues

$$(3) \quad \begin{cases} A_{s,n}\left(\dfrac{\partial A_{s,i}}{\partial x_l} - \dfrac{\partial A_{s,l}}{\partial x_i}\right) + A_{s,i}\left(\dfrac{\partial A_{s,l}}{\partial x_n} - \dfrac{\partial A_{s,n}}{\partial x_l}\right) + A_{s,l}\left(\dfrac{\partial A_{s,n}}{\partial x_i} - \dfrac{\partial A_{s,i}}{\partial x_n}\right) = 0 \\ (s = 1, 2), \qquad (i, l = 1, 2, \ldots, n-1). \end{cases}$$

» Outre cela, comme les coefficients des équations (2) et (1) sont équivalents, il existe des équations

$$(4)\qquad A_{1,i}+A_{2,i}=\alpha X_i \qquad (i=1, 2, \ldots, n)$$

dans lesquelles α exprime une fonction inconnue.

» En chassant de la deuxième des équations (3), les quantités $A_{2,i}$ à l'aide des expressions (4), nous obtiendrons

$$(5)\quad \begin{cases} \alpha^2(n,i,l) - A_{1,n}\left(\dfrac{\partial\alpha X_i}{\partial x_l}-\dfrac{\partial\alpha X_l}{\partial x_i}\right) - A_{1,i}\left(\dfrac{\partial\alpha X_l}{\partial x_n}-\dfrac{\partial\alpha X_n}{\partial x_l}\right) \\ \quad - A_{1,l}\left(\dfrac{\partial\alpha X_n}{\partial x_i}-\dfrac{\partial\alpha X_i}{\partial x_n}\right) - \alpha X_n Q_{i,l} - \alpha X_i Q_{l,n} - \alpha X_l Q_{n,i} = 0, \end{cases}$$

où, pour abréger, nous emploierons les désignations

$$(6)\quad (n,i,l) = X_n\left(\frac{\partial X_i}{\partial x_l}-\frac{\partial X_l}{\partial x_i}\right) + X_i\left(\frac{\partial X_l}{\partial x_n}-\frac{\partial X_n}{\partial x_l}\right) + X_l\left(\frac{\partial X_n}{\partial x_i}-\frac{\partial X_i}{\partial x_n}\right),$$

$$(7)\qquad Q_{i,l}=\frac{\partial A_{1,i}}{\partial x_l}-\frac{\partial A_{1,l}}{\partial x_i} \qquad (i, l=1, 2, \ldots, n-1),$$

$$(8)\quad \begin{cases} M_{n,i,l} = \alpha^2(n,i,l) - A_{1,n}\left(\dfrac{\partial\alpha X_i}{\partial x_l}-\dfrac{\partial\alpha X_l}{\partial x_i}\right) \\ \qquad - A_{1,i}\left(\dfrac{\partial\alpha X_l}{\partial x_n}-\dfrac{\partial\alpha X_n}{\partial x_l}\right) - A_{1,l}\left(\dfrac{\partial\alpha X_n}{\partial x_i}-\dfrac{\partial\alpha X_i}{\partial x_n}\right). \end{cases}$$

» Nous aurons ainsi le système $(n-1)(n-2)$ des équations

$$\begin{aligned} A_{1,n}Q_{i,l}+A_{1,i}Q_{l,n}+A_{1,l}Q_{n,i}&=0,\\ \alpha X_n Q_{i,l}+\alpha X_i Q_{l,n}+\alpha X_l Q_{n,i}&=M_{n,i,l}. \end{aligned}$$

Nous pouvons choisir cinq groupes de ces équations

$$\begin{aligned} A_{1,m}Q_{i,k}+A_{1,i}Q_{k,m}+A_{1,k}Q_{m,i}&=0,\\ A_{1,m}Q_{i,l}+A_{1,i}Q_{l,m}+A_{1,l}Q_{m,i}&=0,\\ A_{1,m}Q_{k,l}+A_{1,k}Q_{l,m}-A_{1,l}Q_{k,m}&=0,\\ \alpha X_m Q_{i,k}+\alpha X_i Q_{k,m}+\alpha X_k Q_{m,i}&=M_{m,i,k},\\ \alpha X_m Q_{i,l}+\alpha X_i Q_{l,m}+\alpha X_l Q_{m,i}&=M_{m,i,l},\\ \alpha X_m Q_{k,l}+\alpha X_k Q_{l,m}-\alpha X_l Q_{k,m}&=M_{m,k,l}. \end{aligned}$$

» Dans le second groupe, à la place de m, nous écrirons r. Dans le troisième groupe, nous mettrons r à la place de m et m à la place de l. Dans le quatrième groupe, nous écrirons r à la place de m, m à la place

de l et l à la place de k. Enfin, dans le cinquième, nous substituerons r à m, m à l, l à k et k à i. Chacun des groupes écrits de cette manière a une propriété spéciale, et notamment : après l'élimination de Q, il nous donne, après des simplifications évidentes, une seule équation :

» Du premier groupe

$$(k,l,m)\,A_{1,i} - (i,l,m)\,A_{1,k} + (i,k,m)\,A_{1,l} - (i,k,l)\,A_{1,m} = 0,$$

du second

$$(k,l,r)\,A_{1,i} - (i,l,r)\,A_{1,k} + (i,k,r)\,A_{1,l} - (i,k,l)\,A_{1,r} = 0,$$

du troisième

$$(k,m,r)\,A_{1,i} - (i,m,r)\,A_{1,k} + (i,k,r)\,A_{1,m} - (i,k,m)\,A_{1,r} = 0,$$

du quatrième

$$(l,m,r)\,A_{1,i} - (i,m,r)\,A_{1,l} + (i,l,r)\,A_{1,m} - (i,l,m)\,A_{1,r} = 0,$$

et enfin du cinquième

$$(l,m,r)\,A_{1,k} - (k,m,r)\,A_{1,l} + (k,l,r)\,A_{1,m} - (k,l,m)\,A_{1,r} = 0.$$

» Le déterminant du système ci-dessus des équations linéaires, comme gauche symétrique de degré impair, est égal à zéro, et, par conséquent, nous aurons

$$A_{1,i} : A_{1,k} : A_{1,l} : A_{1,m} : A_{1,r} = \Delta_1 : \Delta_2 : \Delta_3 : \Delta_4 : \Delta_5,$$

où Δ_s désigne les déterminants mineurs du déterminant du système. Nous obtiendrons de la même manière,

$$A_{2,i} : A_{2,k} : A_{2,l} : A_{2,m} : A_{2,r} = \Delta_1 : \Delta_2 : \Delta_3 : \Delta_4 : \Delta_5.$$

Comme cependant $A_{1,i}$, $A_{2,i}$ ne peuvent être proportionnels, nous aurons donc

(9) $$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta_4 = \Delta_5 = 0.$$

» Les équations (9) représentent les conditions nécessaires à l'intégrabilité pour les équations (1) à deux intégrales.

» Pour intégrer l'équation (1), dans le cas traité ci-dessus, nous substituons les valeurs des différentielles variables dépendantes dans l'équation (1), et nous égalons à zéro tous les coefficients.

» Nous aurons alors

$$(10) \qquad X_s + X_{n-1}\frac{\partial x_{n-1}}{\partial x_s} + X_n\frac{\partial x_n}{\partial x_s} = 0 \quad (s = 1, 2, \ldots, n-2).$$

» Nous pouvons donc écrire l'équation (10) pour $s = i$ et $s = k$, ensuite nous différentions l'équation $i^{\text{ième}}$ par rapport à x_k et l'équation $k^{\text{ième}}$ par rapport à x_i, et, après la soustraction des équations obtenues de cette manière, nous aurons le système

$$(n, i, k) + (n-1, k, n)\frac{\partial x_{n-1}}{\partial x_i} + (n-1, n, i)\frac{\partial x_{n-1}}{\partial x_k} = 0,$$

ainsi que

$$(n-1, i, k) + (n, k, n-1)\frac{\partial x_n}{\partial x_i} + (n, n-1, i)\frac{\partial x_n}{\partial x_k} = 0,$$

la signification des symboles (ρ, σ, τ) est (6); les indices i, k sont les combinaisons deux à deux des nombres $1, 2, \ldots, n-2$. Il est facile de réduire les deux systèmes à leur forme normale, et, après les avoir remplacés par des systèmes correspondants à différentielles totales, nous trouvons les deux intégrales cherchées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Taches solaires et perturbations magnétiques en* 1892. Note de M. **Ricco**, présentée par M. Faye.

« Depuis l'époque de l'apparition de la tache solaire extraordinaire d'avril 1882, j'avais remarqué [1] que les passages des grandes taches sur le disque du Soleil étaient souvent accompagnés par des perturbations magnétiques. Le même phénomène s'est répété dernièrement, lors du passage de la tache extraordinaire de février 1892.

» Ayant reçu de l'Observatoire naval de Washington la reproduction des courbes des magnétographes photographiques qui donnent les perturbations magnétiques de 1892, où l'on peut déterminer le temps du maximum, j'en ai fait la comparaison avec le temps du passage de la tache principale du Soleil à la moindre distance du centre du disque, c'est-à-dire au méridien central.

» Il n'est pas facile et sûr de déterminer l'instant du maximum des per-

---

[1] *Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani,* vol. XI, p. 5; 1882.

turbations, parce que celles-ci résultent des oscillations extraordinaires et irrégulières de la déclinaison (D), de la composante horizontale (F. H.) et de la composante verticale (F. V.) du magnétisme terrestre, qui ne coïncident pas toujours. Pour cela, je me suis limité à donner seulement l'heure où a eu lieu la plus grande déviation de la déclinaison de la moyenne, et près de laquelle il y a aussi la plus grande variation des deux autres composantes.

» J'ai réduit le temps du 75ᵉ méridien ouest de Greenwich, adopté dans les diagrammes, en temps de Catane, et je les ai comparés au temps calculé du passage au méridien central de la tache principale à l'époque de la perturbation.

» La Table suivante donne en *compendium* les données numériques tirées des diagrammes des perturbations et des calculs des positions des taches solaires. Les *excursions* sont les ampleurs des oscillations près des maxima : elles sont exprimées pour la D. en minutes d'arc, pour la F. H. et pour la F. V. en dix-millièmes de l'unité C. G. S. Le diamètre des taches est exprimé en diamètres terrestres.

Passage au méridien central.	Grandes taches solaires.	Diamètre.	Latitude héliographe.	Temps du maximum.	Perturbations magnétiques.	Excursions.			Retards des perturbatio[ns]	
						D.	F. H.	F. V.	en temps.	e[n] a[rc]
Janv. 4, 2ʰ s.	Très grande.	4	+ 20°	Janv. 6, 4ʰ m.	Très grande.	42′	0,0013	0,0035	38ʰ	2
Janv. 28, 3 s.	Grande.	3	— 10	Janv. 29, midi.	Grande.	28	13	13	21	1
Févr. 2 à 4.	Aucune.	»	»	Févr. 2 à 4.	Faibles.	»	»	»	»	
Févr. 12, 4 m.	Extraordinaire.	11	— 30	Févr. 14, 1 m.	Extraordinaire.	90	∞	∞	45	2
Mars 1 à 5.	Aucune.	»	»	Mars 1 à 5.	Médiocres.	»	»	»	»	
Mars 7, 2 m.	Aucune.	»	»	Mars 7, 2 m.	Grande.	48	14	»	»	
Mars 10, 2 s.	Extraordinaire.	6	— 29	Mars 12, 11 m.	Très grande.	53	20	»	45	2
Avril 23, 8 s.	Grande.	2½	+ 11	Avril 25, 11 s.	Grande.	41	13	10	51	2
Avril 24, 4 s.	Grande.	3	+ 16	Avril 26, 1 s.	Grande.	46	25	18	45	2
Mai 1 à 2.	Aucune.	»	»	Mai 1 à 2.	Médiocres.	»	»	»	»	
Mai 16, 5 s.	Extraordinaire.	5	— 16	Mai 18, 6 soir.	Extraordinaire.	42	18	34	49	2

» Pour 11 époques de magnétisme perturbé, il y en a 7 qui se sont produites après le passage de taches importantes à la moindre distance du centre du disque solaire. En général, toutes les perturbations extraordinaires, très fortes et fortes (moins une) ont suivi le passage de taches respectivement extraordinaires, très grandes, grandes; les perturbations médiocres ou faibles ont eu lieu sans le passage de taches solaires.

» Toutes les perturbations sont en retard par rapport au passage des taches à la moindre distance du centre du disque solaire. Ces retards

(excepté le second) sont compris entre 38^h et 51^h : la moyenne est $45^h,30$; et, comme la rotation synodique des taches est environ $27^j = 648^h$, ce retard n'en est que $\frac{1}{14}$ environ, et les écarts de la moyenne sont un peu plus que $\frac{1}{100}$ de ce temps de rotation.

» La figure jointe au Mémoire montre cet accord des six cas, et prouve évidemment que ces positions des taches presque sur un même méridien solaire, celui distant de 25° en longitude héliographique du centre, au moment des maxima des perturbations, ne peuvent pas être l'effet du simple hasard.

» Ce retard de $45^h 5^m$ indiquerait une vitesse de propagation du Soleil à la Terre, pour l'action des taches sur le magnétisme de celle-ci, d'environ 913^{km}, c'est-à-dire 335 fois moindre que la vitesse de la lumière.

» On sait, surtout d'après les études de M. Wolf, de Zurich, qu'il y a un accord parfait de la période des variations de la déclinaison magnétique avec celle du nombre de taches solaires, et M. Garibaldi, de Gênes, a démontré que cet accord se vérifie même dans les détails des variations. On sait que le P. Secchi et M. Tacchini admettent depuis longtemps une relation des perturbations magnétiques et des aurores boréales avec les taches et les protubérances solaires. On sait enfin que dans les taches il y a des grands mouvements et contacts de vapeurs diverses à des températures différentes, ce qui peut bien produire des développements d'électricité; et l'épaississement de certaines raies, particulièrement du fer, qu'on y observe avec le spectroscope, indique une plus grande densité, ou au moins une condition spéciale de vapeurs de ce métal dans les taches; ce qui aussi pourrait être la cause des actions ou inductions électriques ou magnétiques qu'elles exercent sur la Terre lorsqu'elles coupent presque perpendiculairement les lignes de force du Soleil à notre planète.

» Pour à présent, il est impossible d'expliquer le désaccord du retard de la perturbation au 29 janvier.

» Je me propose de continuer ces études en remontant aux années précédentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les considérations d'homogénéité en Physique. Réponse à une Note de M.* Clavenad; par M. **Vaschy**.

« Dans une Note, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 3 octobre, M. Clavenad émet quelques critiques au sujet de ma Note du 13 juin 1892

sur les *considérations d'homogénéité en Physique*. Il déclare inexacte la formule

(1) $$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}},$$

relative à la vitesse v de propagation du courant sur une ligne électrique, et il propose, pour la remplacer, la formule

(2) $$v = A\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}},$$

où A désigne une constante numérique.

» Pour répondre à M. Clavenad, je ferai d'abord observer que la formule (1), que, dans ma Note du 13 juin, j'ai retrouvée par des considérations d'homogénéité, était déjà établie avec une parfaite rigueur par d'autres considérations. Elle résulte notamment de l'étude de l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \gamma\rho\frac{\partial V}{\partial t} + \gamma\lambda\frac{\partial^2 V}{\partial t^2},$$

qui régit la propagation du courant (dans le cas, bien entendu, où l'on ne fait intervenir que les éléments γ, ρ, λ de la ligne).

» Mais, pour ne m'en point tenir à cet argument, il convient d'examiner l'objection faite par M. Clavenad. La voici :

« Il (M. Vaschy) compose arbitrairement l'expression $r\sqrt{\gamma\lambda}$ et remplace la relation précédente

$$f(v, E, \rho, \gamma, \lambda) = 0$$

par

$$\varphi(v, E, \rho, \gamma, v\sqrt{\gamma\lambda}) = 0,$$

dans laquelle $v\sqrt{\gamma\lambda}$ a des dimensions nulles; v, E, ρ, γ des dimensions indépendantes entre elles, dit-il. Or il est facile de voir que ce raisonnement doit être inexact, car il s'appliquerait également si, aux lieu et place de $v\sqrt{\gamma\lambda}$, on mettait $v\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$, *qui a également des dimensions nulles*. Au surplus, γ et ρ *n'ont pas des dimensions indépendantes entre elles*, et, par conséquent, on ne peut les prendre l'un et l'autre comme grandeurs fondamentales. »

» Ces affirmations sont purement gratuites, et rien n'est plus simple que d'en constater l'inexactitude. En premier lieu, $v\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$ *n'a pas des dimensions nulles*, à moins que l'on ne fasse une hypothèse *arbitraire* consistant à adopter le système électrostatique d'unités; mais, il suffit de lire ma

Note du 13 juin, pour voir que j'ai eu soin précisément de rendre mes raisonnements indépendants de toute hypothèse de ce genre. En second lieu, il n'y a pas plus de raisons pour dire que *les dimensions de* γ *et de* ρ *ne sont pas indépendantes entre elles,* que pour dire que les dimensions d'une longueur et celles d'une masse ne sont pas indépendantes entre elles; il est, je crois, inutile d'insister là-dessus.

» Je ne chercherai point, du reste, à discuter le raisonnement par lequel M. Clavenad établit la formule (2), car je n'ai pu saisir ni son point de départ, ni l'enchaînement de ses idées. Je me bornerai à signaler les points suivants de sa démonstration :

» Il adopte « comme grandeurs fondamentales, la longueur, le temps et » une grandeur électrique ou magnétique quelconque ». Dans ce « sys» tème d'unités » il donne, entre autres relations, la suivante

$$R = \frac{I}{T},$$

dans laquelle R représente une résistance électrique, I une intensité de courant et T un temps. On ne saurait nier la hardiesse de cette formule. Enfin, ayant obtenu l'équation

$$(3) \qquad \varphi\left(\gamma\frac{l^2}{t^2}, \frac{\lambda}{1}\right) = 0,$$

dans laquelle les deux paramètres $\gamma\frac{l^2}{t^2}$ et λ ont, d'après lui, des dimensions nulles, et où *la forme de la fonction* φ *est totalement inconnue,* M. Clavenad conclut que cette équation entraîne forcément la suivante

$$\gamma\frac{l^2}{t^2} = A^2\lambda,$$

A désignant une constante, c'est-à-dire une quantité indépendante des paramètres λ et $\gamma\frac{l^2}{t^2}$. Cette manière de transformer l'équation (3) ne passera point pour rigoureuse. »

OPTIQUE. — *Sur la vérification du parallélisme à l'axe optique des lames cristallines uniaxes.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« L'étude de la réflexion cristalline interne m'a suggéré une méthode très simple et très sensible pour vérifier le parallélisme à l'axe optique d'une lame cristalline uniaxe taillée parallèlement à l'axe.

» On pourrait opérer de deux manières.

» Supposons qu'un faisceau lumineux tombe sur la lame, collée au fond du prisme à liquide, de manière à ne donner qu'un rayon entrant dans le cristal. Le faisceau réfléchi, analysé, donne un spectre cannelé. Alternons le polariseur et l'analyseur : *si la lame reste identique à elle-même par une rotation de* 180° *dans son plan,* le principe du retour inverse montre que rien ne sera changé. C'est ce qui se produirait avec une lame rigoureusement parallèle à l'axe optique.

» Si l'axe optique fait un petit angle avec la lame, la substitution du polariseur à l'analyseur déplace dans un sens déterminé les franges noires du spectre cannelé. Ce déplacement donne une mesure de l'inclinaison de l'axe.

» On a, par exemple, une lame de quartz qui a $1^{mm},978$ d'épaisseur. Elle est orientée de façon que sa section principale fasse un angle de 37°53′ avec le plan d'incidence. L'angle d'incidence est de 45°. Le liquide du prisme qui baigne la face antérieure a un indice voisin de l'indice moyen du quartz. Dans ces conditions, si le défaut d'orientation est 17′, la substitution du polariseur à l'analyseur déplace les franges de $\frac{36}{100}$ de la distance de deux franges consécutives, au voisinage de la raie D.

» Voici, par exemple, les pointés de quatre franges consécutives obtenues avec la lame précédente, au voisinage de la raie D :

	P vertical. A horizontal.		P horizontal. A vertical.	Différence.
α........	1005,8	α_1.......	995,4	— 10,4
β........	1048,9	β_1.......	1059,6	+ 10,7
γ........	1113,0	γ_1.......	1102,0	— 11,0
δ.......	1156,4	δ_1.......	1166,9	+ 10,5

» La lame est tenue par une pince; on l'a d'abord fait tourner dans son plan jusqu'à ce que les plans de polarisation des deux rayons réfractés entrants fassent des angles sensiblement égaux à 45° de part et d'autre du plan d'incidence. Il suffit de tourner préalablement le polariseur de 45°, à partir du plan d'incidence, de mettre

sur le trajet des rayons transmis un nicol croisé avec lui, et de rétablir l'extinction en tournant la lame. Le faisceau réfléchi est dirigé sur l'analyseur et le spectroscope. Les nombres précédents correspondent ainsi à une incidence de 45° dans l'air, et à des angles de 45° entre le plan d'incidence et les plans de polarisation des rayons réfractés intérieurs.

» L'expérience a l'inconvénient d'être compliquée. Elle fournit une évaluation du défaut de parallélisme, qui permettra de contrôler la seconde méthode, beaucoup plus pratique.

» Cette seconde méthode consiste simplement à faire tomber sur la lame, laissée à l'air, un faisceau polarisé dans le plan d'incidence, et à analyser le faisceau réfléchi dans un plan perpendiculaire. Un rayon incident donne deux rayons réfractés, qui donnent chacun deux réfléchis, et l'on a quatre rayons émergents. La lumière réfléchie extérieurement est éteinte par l'analyseur. L'aspect du spectre est très compliqué pour une lame quelconque. Pour une lame parallèle à l'axe, on a un spectre cannelé régulier, identique à celui que fournirait la traversée d'une lame d'épaisseur double.

» L'influence d'un défaut de parallélisme est de dévier, à partir de leurs portions normales, les franges paires vers la droite, les franges impaires vers la gauche. On a, au lieu d'une suite de franges noires régulièrement espacées, une série de groupes de deux franges. Avec la lame dont l'axe est incliné de 17′, cette division des franges en groupes de deux saute aux yeux.

» Une rotation de 90° donnée à l'analyseur et au polariseur renverse leurs rôles, et les déviations à partir de la position normale changent de sens : deux bandes, qui étaient trop rapprochées précédemment, sont maintenant trop écartées. Si l'une d'elles avait été pointée, la différence des lectures mesure le double de la déviation à partir de la position normale.

» Il faut passer par d'assez longs calculs pour établir la relation qui lie cette déviation à l'inclinaison de l'axe. On obtient, tout calcul fait, le même nombre de 17′ pour cette inclinaison, à une demi-minute près.

» Avec une autre lame, taillée avec plus de soin, d'épaisseur $1^{mm},519$, on a eu :

α.........	1190,0	α_1........	1191,6	+ 1,6
β.........	1303,8	β_1........	1301,8	− 2,0

» Le calcul donne une inclinaison de 2′50″, nombre identique à celui que donne la première méthode pour cette lame. Ici il est moins facile de reconnaître à première vue l'irrégularité du spectre, mais la distance $\alpha_1\beta_1$

diffère de $\alpha\beta$ de 3,6, quantité très considérable, et qu'un simple pointé dans les deux cas met immédiatement en évidence.

» On saisirait très bien une différence systématique égale au $\frac{1}{6}$ de la précédente, car elle serait alternativement positive et négative pour les intervalles successifs du spectre.

» La grandeur de la déviation augmente avec l'épaisseur et avec la biréfringence de la lame, pour un même angle de l'axe. *Avec une lame de quartz de* $1^{mm},5$ et à plus forte raison avec des lames plus épaisses, *on décèlera très aisément un défaut d'orientation d'une demi-minute.*

» La méthode n'exige qu'un polariseur, un analyseur et un spectroscope, et ne comporte aucun réglage délicat. »

OPTIQUE. — *Sur un photomètre-photoptomètre destiné à la mesure des faibles éclairements.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Henri Becquerel.

« L'inaltérabilité du sulfure de zinc phosphorescent permet de l'employer comme étalon photométrique; la loi de déperdition de sa lumière avec le temps une fois déterminée, il peut servir de mesure pour des éclairages très faibles. J'ai fait construire, par la Société centrale des produits chimiques, un photomètre-photoptomètre fondé sur ce principe.

» La formule que j'ai énoncée dans une précédente Communication (10 octobre)

$$(1) \qquad i^{0,5936}(t + 27,18) = \text{const.}$$

rend compte assez bien de l'ensemble des observations d'intensités du sulfure de 3 à 1400 secondes. Mais, pour la détermination d'intensités au bout de temps plus longs, il est évidemment préférable d'utiliser une formule asymptotique qui reproduise le plus fidèlement possible les dernières observations. C'est le caractère de la formule suivante

$$(2) \qquad i^{0,5}(t - 18,5) = \text{const.}$$

à partir de 900 secondes. J'ai été conduit à rechercher cette forme $i(t + c)^2 = K$ par une remarque théorique de M. Henri Becquerel [1].

» Le nouveau photomètre-photoptomètre consiste en trois tubes noircis intérieure-

[1] *Comptes rendus*, 2e semestre, p. 619; 1891.

ment qui se raccordent. Celui qu'on applique contre l'œil est muni, de ce côté, d'une lentille convergente à grande distance focale, ce dispositif ayant pour but de supprimer du champ de la vision distincte les parois du tube. Ce tube glisse à coulisse dans un autre présentant deux échancrures ellipsoïdales en bas et en haut; un ruban de magnésium, de 3^{mm} de large, de $0^m,15$ de long environ, suspendu à une potence, est destiné à brûler dans cet espace isolé de l'intérieur de l'appareil par deux verres protecteurs; ces dimensions du ruban suffisent à donner au sulfure l'illumination maxima. Sur ce tube moyen sont vissés : intérieurement, une bague qui peut maintenir, en vue des applications photoptométriques, un nombre, variable à volonté, de verres dépolis; extérieurement, le tube antérieur terminé par deux écrans semi-circulaires, séparés par une cloison perpendiculaire : l'un, composé de verres dépolis, de couleur jaune verdâtre, identique à la phosphorescence, et auquel on peut substituer en vue des intensités très faibles tout autre écran moins absorbant par le simple jeu d'une bague, reçoit la lumière extérieure; l'autre est recouvert de sulfure de zinc.

» La manipulation est des plus faciles. S'il s'agit de mesurer l'éclairement d'une source extérieure, séparer le tube postérieur du tube antérieur; allumer le ruban de magnésium; noter le temps au moment de l'extinction, replacer le tube postérieur contre le tube antérieur; noter le temps au bout duquel il y a égalité d'éclat entre l'écran phosphorescent et l'écran translucide; le rapport de l'ordonnée correspondant sur la courbe des observations au temps *t* indiqué par le chronomètre et marqué sur l'abscisse à une ordonnée quelconque exprimée en bougies-mètre donne immédiatement l'éclairement de la source en bougies-mètre. L'éclat propre de l'écran phosphorescent au bout de deux à trois secondes est d'environ 1 bougie-mètre.

» J'ai mesuré, d'après la courbe des observations, les éclairements suivants :

	bgm
Pleine lune en Sologne (5 septembre)	0,272122
Boulevard Saint-Jacques, Paris, en face du n° 36 (12 août, 11^h soir)	0,235504
Lune aux trois quarts pleine en Sologne (1er septembre)	0,22258
Jardins de l'Observatoire de Paris (12 août, 11^h30^m soir)	0,0131394
Points du ciel opposés à la Lune en Sologne (août)	0,0025130

» Par application de la formule (2), j'ai déterminé la lumière diffuse des étoiles le 22 août et j'ai trouvé le nombre 0,00057047254, c'est-à-dire que, par ce ciel très sillonné d'étoiles filantes, les étoiles éclairaient l'écran translucide comme une bougie le ferait à une distance d'environ 41^m.

» La coloration verdâtre du sulfure, loin de nuire, contribue beaucoup à la précision des observations; car, suivant une loi connue, dès que l'écran phosphorescent est moins lumineux que l'écran translucide, il paraît bleuâtre, l'autre jaunâtre.

» S'il s'agit de mesurer la sensibilité de l'œil par l'inverse du minimum perceptible après un séjour d'une durée connue dans l'obscurité ou après exposition de cet œil à un éclairage d'une intensité déterminée, on met par des bouchons l'appareil à l'abri de toute lumière extérieure, on dévisse le tube antérieur; on enserre dans la bague précitée le nombre de verres dépolis convenable suivant la petitesse présumée de l'éclairage à mesurer, et, après avoir opéré comme dans le cas précédent, on note le temps au bout duquel on constate l'apparition d'une lueur.

» J'ai déterminé le pouvoir absorbant de ces verres dépolis au maximum en notant les temps au bout desquels je constatais l'égalité de teinte entre les deux écrans à une certaine distance d'une bougie, après interposition de ces verres entre l'écran phosphorescent et le magnésium allumé, ayant soin de retirer ces verres immédiatement après l'illumination. Soient i_0, i_1, i_2, i_3, i_4, ..., i_n les intensités maxima de l'écran phosphorescent, la lumière du magnésium ayant été absorbée par 0, 1, 2, 3, 4, ..., n verres, t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, ..., t_n les temps au bout desquels on constate les égalités respectives de ces intensités avec une même intensité I de l'écran translucide; étant admis, comme je l'ai vérifié, que la loi de déperdition du sulfure de zinc est la même, quelle que soit, dans les limites sus-indiquées, l'intensité maxima, on voit que les intensités maxima respectives i_1, i_2, i_3, i_4, ..., i_n sont égales aux valeurs que prendrait l'intensité i_0 au bout de temps $t_0 - t_n$. J'ai obtenu, par application de la formule,

$$\left(\frac{i_0}{i_n}\right)^m = \frac{t_0 - t_n + c}{c},$$

dans laquelle $m = 0,5936$, $c = 27,18$ pour le rapport $\frac{i_1}{i_0}$, et, par inspection de la courbe, pour les rapports $\frac{i_2}{i_0}$, $\frac{i_3}{i_0}$, $\frac{i_4}{i_0}$, des nombres qui sont les quatre premières puissances successives de valeurs très voisines, dont la valeur moyenne est 0,875. En admettant que ce coefficient d'absorption α est indépendant de l'intensité lumineuse, on doit, pour le coefficient d'absorption totale de la lumière, n étant le nombre des verres, calculer la valeur α^{2n}.

» L'interposition de ces verres offre l'avantage d'épargner, dans une certaine mesure, l'extrapolation de la formule (2). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation de l'alun de chrome.* Note de MM. **H. Baubigny** et **E. Péchard**, présentée par M. Troost.

« Un fait, aujourd'hui bien établi, est la dissociation de nombreux composés salins, lorsqu'on les dissout. Parfois, la formation d'un produit

moins soluble, d'un sous-sel par exemple, ou un changement de couleur, permettent de reconnaître l'existence de cette dissociation.

» Souvent, elle est plus difficile à caractériser. Graham, en se basant sur les différences des vitesses de diffusion du sulfate de potasse et du sulfate d'alumine, a pu prouver celle de l'alun ordinaire. Déposant en effet, au fond d'un vase rempli d'eau, une solution de ce sel, il constata, au bout de quelque temps, par l'analyse du liquide supérieur, que les poids des deux sulfates n'y existaient pas dans le rapport correspondant à la composition de l'alun. Mais, comme toute chose s'égalise à la longue, le phénomène de dissociation ne peut être contrôlé par ce procédé que dans les premiers temps.

» Nous avons observé que, pour les aluns de chrome, ce fait de dissociation, très certainement général dans le cas des sels doubles, peut être démontré d'une façon plus nette encore. Ayant remarqué que l'alun ordinaire de chrome, après de nombreuses précipitations à l'alcool de sa solution aqueuse, présentait toujours une réaction acide, nous avons ajouté à 20^{cc} d'un liquide saturé, 300^{mgr} de gaz ammoniac; après agitation, il était neutre au méthylorange. Quelque temps après, la dissolution, qui avait pris une coloration verte par l'addition d'ammoniaque, laissait déposer des cristaux violets à réaction franchement acide et les eaux mères également étaient redevenues acides au méthylorange.

» Ce fait ne peut tenir qu'à une dissociation partielle du sel, et correspondant à un état d'équilibre tel, que la liqueur est finalement acide.

» Cette particularité est due au sulfate de chrome, car, ayant recommencé l'expérience avec ce sulfate simple, nous avons retrouvé pour ce composé un phénomène en tous points analogue.

» L'alun ordinaire et le sulfate d'alumine ne présentent pas la même propriété. Leurs solutions neutres au méthylorange le sont encore au bout de huit jours [1]. »

---

[1] Ces remarques sur l'alun de chrome ont été faites lors d'une étude sur l'efflorescence des sulfates et sur l'influence qu'exerce la présence de petites quantités d'acide sulfurique libre. Nous avons donné antérieurement, dans les *Comptes rendus,* t. CXV, p. 171, juillet 1892, un résumé de ce travail. A ce sujet, nous observerons que quelques erreurs de nombres s'étant glissées dans cette Note, nous renvoyons pour la rectification au Mémoire qui va être publié dans les *Annales de Chimie et de Physique.*

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la température du maximum de densité des solutions aqueuses.* Note de M. **L. de Coppet**, présentée par M. Friedel.

« Soit M le poids de substance dissoute dans 100gr d'eau (substance supposée à l'état anhydre et non dissocié), C l'abaissement du point de congélation de l'eau, D l'abaissement de la température de son maximum de densité, et A le poids atomique de la substance dissoute.

» J'ai appelé autrefois (1) *coefficients d'abaissement* du point de congélation et de la température du maximum de densité les quotients $\frac{C}{M}$ et $\frac{D}{M}$. J'ai ensuite appelé *abaissements atomiques* du point de congélation et de la température du maximum (on dit aujourd'hui abaissement *moléculaire*) les produits $\frac{C}{M} \times A$ et $\frac{D}{M} \times A$. J'ai reconnu le premier, et j'ai vérifié sur un grand nombre de sels inorganiques et sur deux corps basiques (la potasse et la soude) la loi suivante : *Les substances de même genre et de même constitution ont sensiblement le même abaissement moléculaire du point de congélation*. Cette loi, vérifiée par M. F.-M. Raoult, a acquis, par suite des importants travaux de ce savant, une portée tout à fait générale.

» Despretz a déterminé (2) la température du maximum de densité de plusieurs solutions de sels inorganiques, de potasse caustique, d'acide sulfurique et d'alcool. Il a reconnu que l'abaissement de la température du maximum de densité au-dessous de 4° est à peu près proportionnel au poids de substance dissoute dans 100 parties d'eau. Cette loi, que l'on pourrait appeler la *loi de Despretz*, correspond à la *loi de Blagden* sur l'abaissement du point de congélation.

» L'étude des expériences de Despretz m'avait permis d'entrevoir autrefois qu'il existe, entre le coefficient d'abaissement de la température du maximum et le poids atomique de la substance dissoute, une relation analogue à celle que j'avais trouvée pour le point de congélation. Les résultats de mes propres expériences sur la température du maximum (quoique celles-ci soient encore incomplètes), joints aux observations de Despretz, me permettent maintenant d'affirmer que : *Les substances de constitution*

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXV et XXVI; 1871, 1872.

( ) *Annales de Chimie et de Physique*, t. V; 1839.

semblable (et quelquefois des substances de nature très différente) ont sensiblement le même abaissement moléculaire de la température du maximum de densité.

» Cette loi se vérifie dans les mêmes limites que la loi relative à l'abaissement du point de congélation. On sait, en effet, que le rapport $\frac{C}{M}$ n'est pas toujours constant quand M augmente, comme l'exige la loi de Blagden, mais qu'il est souvent croissant, quelquefois décroissant. Il en est de même du rapport $\frac{D}{M}$, et, circonstance à remarquer, $\frac{D}{M}$ est croissant quand $\frac{C}{M}$ est croissant, et décroissant quand $\frac{C}{M}$ l'est aussi. Je n'ai trouvé d'exception, jusqu'à présent, que pour l'alcool éthylique. Les mélanges d'eau et d'alcool se conforment à la loi de Blagden, mais le déplacement de leurs températures du maximum est tout à fait anormal.

» J'ai trouvé qu'il existe aussi une relation intéressante entre l'abaissement de congélation (C) et l'abaissement de la température du maximum de densité (D). Toutes les substances étudiées jusqu'à présent (à l'exception de l'alcool, et peut-être aussi de l'acide sulfurique) se divisent en trois groupes par rapport à la valeur du rapport $\frac{D}{C}$.

» Un premier groupe est formé par les substances qui abaissent la température du maximum de densité de l'eau *environ 4 fois* (en moyenne 4,0 fois) plus qu'elles n'abaissent son point de congélation. Ce groupe comprend jusqu'à présent la *potasse caustique, l'acide oxalique, les chlorures de sodium, de potassium et de calcium*, et l'*iodure de potassium*.

» Un second groupe comprend des substances qui, comme le *sucre* et les *carbonates et sulfates alcalins*, abaissent la température du maximum 7 *à* 8 *fois* plus que la température de congélation.

» Enfin, pour un troisième groupe, qui n'a d'autre représentant, pour le moment, que le *sulfate de cuivre*, le rapport entre les deux abaissements est environ 11 *ou* 12.

» *On voit que les trois valeurs du rapport* $\frac{D}{C}$ *sont entre elles sensiblement comme* 1 : 2 : 3. »

CHIMIE. — *Sur quelques sels doubles de quinine.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée dernièrement à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 117), j'ai cherché à établir que, dans les sels basiques de quinine, l'acide est uni, non à l'azote du groupe quinoléique, mais à l'azote de l'autre groupe, probablement de nature pipéridique. Le quinine étant

$$C^9H^5(OCH^3)Az - CH^2 - C^9H^{14}OAz,$$

le sulfate basique, par exemple, serait représenté par la formule

$$\left.\begin{matrix} C^9H^5(OCH^3)Az - CH^2 - C^9H^{14}OAz \\ C^9H^5(OCH^3)Az - CH^2 - C^9H^{14}OAz \end{matrix}\right\rangle SO^4H^2.$$

» Il m'a semblé, par suite, que l'azote du groupe quinoléique pourrait aussi s'unir à un acide et former des sels doubles de quinine, à deux acides différents, sels qui n'ont pas été préparés jusqu'à présent.

» Les essais entrepris dans cette voie ont permis d'obtenir le chlorhydrosulfate, le bromhydrosulfate et l'iodhydrosulfate, ainsi que les phosphates correspondants.

» *Chlorhydrosulfate* $(C^{20}H^{22}A^2O^2)^2, 2HCl, SO^4H^2, 3H^2O$. — On dissout 30 parties de sulfate de quinine basique cristallisé (1 molécule) dans 24^{cc},9 d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,050 (2 molécules). La dissolution se fait instantanément à froid; la liqueur abandonnée à l'évaporation spontanée dans l'air sec donne d'abord une couche gélatineuse qui se prend rapidement en une masse dure, formée de petites aiguilles agglomérées.

» Le sel, séché dans l'air sec, perd 3 molécules d'eau à 100°, ou par une exposition de cinq jours dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique [1].

» Ce sel est bien une espèce chimique et non un mélange; en effet, quand on abandonne, après sa préparation, la solution dans l'air sec et que l'on sépare des eaux mères la croûte cristalline qui se forme à la surface, celle-ci, après avoir été essorée

---

	I.	II.	III.	Calculé 3 n^2O.
[1] Eau perdue à 100°....	6,98	6,35	6,17	6,15

Analyse du sel séché à 100° ou dans le vide :

	I.	II.	III.	Calculé.
Acide sulfurique.........	11,48	12,07	»	11,96
Acide chlorhydrique.....	8,94	8,78	9,13	8,91

sur la porcelaine et séchée à 100°, donne les mêmes chiffres à l'analyse que la masse totale (1).

» Le chlorhydrosulfate de quinine est très soluble dans l'eau; à 25°, 1 partie de sel anhydre se dissout dans 1,16 parties d'eau. Il renferme pour 100 74,2 de quinine; le sulfate médicinal à $7H^2O$ en renferme 74,3.

» Le sel hydraté fond à 120° en un liquide ambré et se prend, par le refroidissement, en une masse gommeuse; anhydre, il fond en brunissant et d'une façon peu nette entre 165°-170°.

» Si l'on dissout le sulfate basique de quinine par une quantité d'acide chlorhydrique moitié moindre, on constate que la dissolution ne se fait qu'à l'ébullition et exige 5 parties d'eau; par le refroidissement, il se sépare une certaine quantité de sulfate basique, et la liqueur retient du chlorhydrosulfate; le sel, à une seule molécule d'acide chlorhydrique, ne paraît pas pouvoir exister ou, du moins, dans ses solutions, se dissocie en sulfate basique et chlorhydrosulfate.

» *Bromhydrosulfate* $(C^{20}H^{24}AzO^2)^2, 2HBr, SO^4H^2, 3H^2O$. — Ce sel se prépare comme le précédent, avec 30^{gr} de sulfate basique (1 molécule) et 21^{cc} d'acide bromhydrique d'une densité de 1,180 (2 molécules). Le sulfate se dissout instantanément avec un faible dégagement de chaleur et peu d'instants après se prend en une gelée qui se convertit rapidement en une masse dure et blanche formée de petites aiguilles.

» Après dessiccation dans l'air, ce sel renferme 3 molécules d'eau qu'il perd à 100°. Un échantillon a donné une perte d'eau correspondant à 4 molécules (2).

» Moins soluble que le chlorhydrosulfate, il exige, à l'état anhydre, 3,9 parties d'eau, à 22°.

» *Iodhydrosulfate*. — On le prépare avec $8^{gr},90$ de sulfate de quinine (1 molécule) $13^{cc},2$ d'acide iodhydrique d'une densité de 1,150 (2 molécules) et 20^{cc} d'eau; on opère la dissolution à 50°. Par refroidissement, il se sépare des masses gélatineuses au sein d'une eau mère.

---

(1) Le dosage III d'acide chlorhydrique se rapporte à un échantillon ainsi préparé.

(2) Eau perdue à 100°	I......	5,75	Calculé $3H^2O$. 5,61
	II.....	7,36	Calculé $4H^2O$. 7,34

Analyse du sel desséché à 100° :

	Trouvé.		Calculé.
Acide sulfurique........	10,37	»	10,79
Acide bromhydrique.....	17,30	17,82	17,62

» Cette gelée ne tarde pas à se transformer en petits cristaux jaunes donnant une solution incolore. On peut le faire recristalliser dans l'eau bouillante, mais il se dissout en partie par l'action d'une grande quantité d'eau à l'ébullition.

» Par une exposition prolongée dans le vide sec ou à 100°, il perd son eau de cristallisation et prend une couleur havane. Abandonné à l'air, il s'hydrate et redevient jaune. Les dosages d'eau de cristallisation faits sur des échantillons différents portent à croire que ce sel forme deux hydrates, l'un avec $2H^2O$, l'autre avec $4H^2O$ (1).

» Il est peu soluble dans l'eau ; 1 partie de sel anhydre se dissout à 22°, dans 19P,6 d'eau.

» *Chlorhydrophosphate de quinine* $(C^{20}H^{24}A^2O^2)^2, 2HCl, PhO^4H^3, 9H^2O$. — Ce sel est cristallisé en petites aiguilles, assez solubles dans l'eau : le dosage d'eau a donné une quantité un peu supérieure à 9 molécules (2).

» Le *bromhydrophosphate* également bien cristallisé renferme 7 molécules d'eau (3).

» L'*iodhydrophosphate* se présente comme l'iodhydrosulfate sous forme d'une gelée qui se prend peu à peu en une masse de cristaux jaunes, renfermant 6 molécules d'eau (4). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la valeur thermique des trois fonctions de l'acide orthophosphorique et sur sa constitution.* Note de M. DE FORCRAND.

« Les expériences bien connues de MM. Berthelot et Louguinine sur les chaleurs de neutralisation de l'acide orthophosphorique par la soude,

(1) Perte d'eau à 100°

		Trouvé.	Calculé $2H^2O$.	Calculé $4H^2O$.
	I	3,44	3,47	
	I	6,45		6,70

Analyse du sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Acide sulfurique	9,89	9,78
Acide iodhydrique	25,37	25,55

		Trouvé.	Calculé
(2)	Perte d'eau à 100°	16,2	15,40 (pour $9H^2O$)
	Analyse du sel anhydre : Acide chlorhydrique	8,05	8,90
(3)	Perte d'eau à 100°	12,21	12,05 (pour $7H^2O$)
(4)	Perte d'eau à 100°	9,5	9.72 (pour $6H^2O$)

en liqueurs étendues, ont fourni les nombres successifs : $+14^{Cal},70$, $+11,60$ et $+7,30$.

» A ces données, M. Joly a ajouté la chaleur de dissolution de l'orthophosphate trisodique anhydre ($+17^{Cal},40$), et MM. Pfaundler et Thomson celle de l'orthophosphate disodique anhydre, soit $+5,35$ (moyenne entre $+5,1$ et $+5,6$). J'ai complété ces nombres par la chaleur de dissolution de l'orthophosphate monosodique anhydre, qui est de $-0^{Cal},13$, à $+20°$.

» Dès lors j'ai pu dresser le tableau suivant :

$PhO^5, 3HO$ sol. + Na sol. = H gaz + $PhO^5, NaO, 2HO$ sol...	+	Cal 60,60
$PhO^5, NaO, 2HO$ sol. + Na sol. = H gaz + $PhO^5, 2NaO, HO$ sol...	+	49,20
$PhO^5, 2NaO, HO$ sol. + Na sol. = H gaz + $PhO^5, 3NaO$ sol.......	+	38,33
$PhO^5, 3HO$ sol. + 3 Na sol. = H^3 gaz + $PhO^5, 3NaO$ sol.......	+	148,13

où les réactions sont rapportées à l'état solide et expriment directement la substitution métallique. On évite ainsi les complications apportées par la présence de l'eau, et les comparaisons sont plus rigoureuses que pour l'état dissous.

» Ce Tableau permet de formuler quelques conclusions :

» Un premier résultat, déjà acquis avant ma dernière détermination, c'est la valeur totale $+148,13$, qui donne la valeur moyenne $+49,38$.

» Ce nombre est très voisin de celui des acides acétique et benzoïque ($+50,17$ et $+49,27$), composés dont la fonction acide est bien nette. Déjà il rend peu probable l'hypothèse d'une ou deux fonctions comparables à celle des phénols, hypothèse indiquée par les chaleurs de neutralisation. Cependant, tant qu'on ne connaissait que la valeur moyenne $+49,38$ et la valeur extrême $+38,33$, laquelle est précisément très voisine de la valeur phénolique ($+39,00$), il était permis d'hésiter entre les trois constitutions suivantes :

» 1° Deux fonctions analogues à celles des phénols et une fonction acide, ce qui revient à admettre que la différence $148,13 - 38,33$, soit $109,80$, comprend d'une part une seconde valeur phénolique $38,33$ et une valeur acide $109,80 - 38,33$, soit $71,47$, qui serait celle d'un acide très énergique, supérieur même à l'acide azotique. Cette première hypothèse peut se mettre sous la forme

$$\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\Big\rangle Ph^{III}-O-OH;$$

» 2° Une seule fonction phénolique et les deux autres, rendues plus acides par le voisinage d'un atome d'oxygène, c'est-à-dire que la valeur thermique de chacune de ces deux fonctions serait $\frac{109,80}{2} = 54,90$, c'est ce qu'exprime la notation

$$OH-Ph^{v}\begin{matrix}\diagup OH \\ = O \\ \diagdown OH\end{matrix}\ ;$$

» 3° Trois fonctions exactement pareilles et en réalité également acides. C'est la théorie du phosphoryle

$$(Ph^{v}O)\begin{matrix}\diagup OH \\ - OH. \\ \diagdown OH\end{matrix}$$

» Les deux premières hypothèses doivent être écartées :

» La première, parce que les nombres observés $+49,20$ et $+38,33$ donnent une moyenne $+43,76$ bien supérieure à $+39^{Cal}$, valeur de la fonction phénol; le nombre $+49,20$ indique que déjà la seconde fonction est plus acide qu'un phénol.

» La seconde, parce qu'elle suppose que deux des fonctions ont acquis une énergie plus grande parce qu'elles sont simplement au voisinage d'un atome d'oxygène; mais on ne comprendrait pas que ce seul fait pût porter leur valeur moyenne jusqu'à $+54^{Cal},90$, nombre qui dépasse déjà celui que donnent la plupart des acides véritables.

» Cependant, la troisième hypothèse paraît en contradiction soit avec les chaleurs de neutralisation décroissantes, soit avec les nombres rapportés à l'état solide, lesquels décroissent aussi régulièrement. Mais, en réalité, cette contradiction peut très bien n'être qu'apparente, et je pense que cette hypothèse est seule acceptable. L'acide orthophosphorique est trois fois acide, et chacune de ses trois fonctions est parallèle aux autres. Leur valeur est la même et égale à $+49^{Cal},38$. La molécule est *symétrique*, comme celle du glycol, de l'acide sulfurique, du pyrogallol $(C^6H^3)\begin{matrix}\diagup OH \\ - OH \\ \diagdown OH\end{matrix}$ et de beaucoup d'autres composés à fonctions répetées, qui fournissent aussi des apparences analogues.

» Rappelons seulement les nombres fournis par le pyrogallol :

$$+41,34, \quad +39,09 \quad \text{et} \quad +35,66,$$

dont les différences sont : + 2,25 et + 3,43, c'est-à-dire du même ordre; de même les différences 60,60 — 49,20 et 49,20 — 38,33 sont +11,40 et + 10,87, presque identiques. Dans les deux cas, la troisième fonction *paraît* avoir une valeur voisine de celle d'une fonction moins acide : alcool pour le pyrogallol, phénol pour l'acide orthophosphorique. Cette apparence peut s'expliquer par des combinaisons intramoléculaires qui, successivement, se forment et se détruisent, suivant un mécanisme que j'ai déjà exposé, et sans qu'on puisse conclure à une dissymétrie.

» Remarquons encore que la seconde fonction de l'acide orthophosphorique donne + 49,20, très sensiblement la valeur moyenne + 49,38, le pyrogallol donnant de même + 39,09, très sensiblement la valeur moyenne + 38,70. Et il doit en être ainsi, s'il est vrai que la seconde substitution comprend en réalité trois phénomènes : destruction de la première combinaison intramoléculaire (effet thermique négatif), substitution métallique (effet positif), et enfin nouvelle combinaison intramoléculaire (effet négatif); les fonctions étant de même nature, le premier effet doit annuler sensiblement le dernier, et le nombre observé pour la seconde substitution doit mesurer exactement la valeur de substitution non-seulement pour la seconde, mais pour chacune des deux autres fonctions.

» Cette théorie me paraît donc s'appliquer aussi bien aux acides qu'aux alcools et aux phénols, lorsque les fonctions répétées sont voisines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés de la fibroïne.* Note de M. Léo Vignon.

« La soie grège obtenue par le dévidage des cocons du *Bombyx mori*, se compose essentiellement de deux parties séparables par différents réactifs. Industriellement, la séparation s'effectue par l'action des solutions aqueuses et bouillantes de savon; en moyenne, 100 parties de soie grège perdent, par ce traitement, 25 parties de grès ou gomme, et donnent 75 parties de soie dite décreusée, présentant au plus haut degré les qualités techniques de la soie.

» Les chimistes qui ont réalisé l'analyse immédiate de la soie grège ont obtenu des résultats ne concordant pas, dans le plus grand nombre des cas, avec les résultats industriels. Mülder a dénommé *fibroïne* la soie dépouillée de son grès par l'action de l'acide acétique bouillant. D'après ce chimiste, la soie renfermerait :

Fibroïne	53-54	pour 100.
Matières solubles	46-47	»

» Stædler a préparé la fibroïne en soumettant la soie à l'action d'une lessive de soude à 5 pour 100, s'exerçant à froid pendant dix-huit heures. Il obtint, dans ces conditions, 42-50 pour 100 d'une matière qu'il considère comme de la fibroïne pure.

» Cramer, par l'action de l'eau sous pression à 133°, obtint une fibroïne représentant 66 pour 100 de la soie employée.

» Francezau proposa de préparer la fibroïne en faisant agir sur la soie grège deux bains de savon bouillant, puis deux bains d'acide acétique à 8° : il obtint en moyenne 75 pour 100 de fibroïne.

» En présence de ces divergences, j'ai abordé l'étude de la préparation et des propriétés de la fibroïne pure. Voici mes résultats :

» *Préparation de la fibroïne.* — On prend un écheveau de soie grège blanche, pesant environ 10^{gr} : on le traite à l'ébullition, en ayant soin de lisser fréquemment pendant trente minutes, par un bain formé de 150^{gr} de savon blanc neutre et 1500^{cc} d'eau distillée. La soie est ensuite tordue, rincée à l'eau distillée chaude, puis tiède, pour éliminer le savon. Après essorage, on la soumet à l'action d'un deuxième bain de savon composé comme le premier et agissant à l'ébullition pendant vingt minutes. Puis, la soie est soigneusement essorée; on la rince successivement dans 1^{l} d'eau distillée bouillante, 1^{l} d'eau distillée tiède, 1^{l} d'eau distillée froide renfermant 10^{cc} d'acide chlorhydrique pur à 22°. Finalement, on rince à l'eau distillée et l'on termine par deux lavages au moyen de l'alcool à 90°. On obtient, dans ces conditions, en moyenne, 75 pour 100 de soie très blanche, très brillante, souple, tenace et élastique : cette matière doit être envisagée comme la *fibroïne.*

» Sa densité est très voisine de 1,34. Sa composition centésimale moyenne est :

C.............	48,3
H.	6,5
Az............	19,2
O.............	26
	100,0

» La fibroïne renferme une proportion de matières minérales beaucoup plus faible que celle de la soie. Les cendres de la soie étant 0,80 pour 100 environ, la fibroïne n'en contient que 0,01 pour 100 en moyenne.

» Dissoute dans l'acide chlorhydrique concentré, la fibroïne agit sur la lumière polarisée et se montre fortement lévogyre.

» L'action de l'acide chlorhydrique à 22° sur la fibroïne est particulièrement remarquable : si à une certaine quantité d'acide chlorhydrique on ajoute de la fibroïne, on constate d'abord qu'il y a dissolution rapide à froid; puis, si l'on augmente peu à peu la quantité de fibroïne, on obtient une masse visqueuse, transparente, tout à fait sem-

blable à la soie dans la glande du ver : la fibroïne a subi une véritable décoagulation.

» Par l'action de l'alcool à 95°, la fibroïne est précipitée de ses solutions chlorhydriques, elle prend l'état coagulé; elle se présente alors sous forme de grumeaux, semblables à la silice gélatineuse, prenant, par la dessiccation à la température ordinaire, l'aspect de l'albumine sèche. En cet état, elle a perdu son éclat, mais en conservant sa composition, sa densité, son action sur la lumière polarisée et son pouvoir absorbant pour les matières colorantes. »

BOTANIQUE. — *Du rétablissement de la forme dite* sporangiale *chez les Diatomacées.* Note de M. **P. Miquel**, présentée par M. Schützenberger.

« Quand on sème, dans une macération stérilisée et convenablement nutritifiée, un frustule unique d'une Diatomée vivant à l'état dissocié, on constate que les cellules-filles qui naissent de cette cellule-mère possèdent des tailles de grandeur trés variée. En mesurant les frustules d'une semblable culture, on trouve que les chiffres qui représentent les Diatomées de même taille sont, à peu près, entre eux comme les termes de l'expression développée $(1+1)^n$, dans laquelle n exprime le nombre des générations successives.

» En prélevant, de cette première culture, quelques frustules de taille moyenne et en les portant dans une seconde macération, on obtient une seconde culture dans laquelle la taille des cellules moyennes diffère, suivant les espèces, de quelques dixièmes de μ à quelques μ de la longueur des Diatomées ensemencées. En poursuivant ainsi ces sortes de cultures, on amène les Diatomées à posséder des dimensions très réduites, et l'on ne tarde pas à assister aux phénomènes qui accompagnent le rétablissement de la forme dite *sporangiale*. Si les Phéophycées siliceuses sont associées en chaînes d'articles, on transporte des filaments, de plus en plus petits, dans des macérations neuves stérilisées et l'on provoque de même, très aisément, la formation des cellules auxosporiennes.

» J'ai suivi le rétablissement de la forme maximum chez les Mélosirées et les Nitzschiées :

» Chez le *Melosira nummuloïdes,* le protoplasma de l'article appelé à donner le frustule dit *sporangial,* augmente de volume, repousse les valves cylindro-sphériques qui le contiennent, et qu'il abandonne lentement pour former à l'extérieur une masse à peu près sphérique, dont l'enveloppe se silicifie promptement. Cette cellule de nouvelle formation engendre bientôt, par division, des individus semblables à elle, et donne un chapelet d'articles, d'un diamètre double environ de celui du frustule cylindro-sphérique générateur.

» Les cellules du *Melosira varians* arrivées à une taille suffisamment réduite donnent également de nombreuses sphères, mais d'un diamètre supérieur au double diamètre des frustules générateurs. Ces grosses cellules arrivées à maturité s'isolent des chaînes, s'enveloppent d'une membrane épaisse où la vie de la Diatomée est ralentie. Suivant toute vraisemblance, ces sphères constituent les spores ou les sporanges du *Melosira varians*. Je n'ai pu assister encore à leur évolution.

» Chez le *Cyclotella comta,* le protoplasme, en augmentant de volume, écarte les deux valves cylindriques emboitées l'une dans l'autre, s'épanche à l'extérieur sous la forme d'une masse discoïde assez régulière, dont l'axe est perpendiculaire à celui du petit frustule. La membrane qui contient le protoplasme se silicifie puis, au bout de quelques déduplications, le grand Cyclotelle de nouvelle formation devient parfaitement circulaire.

» La *Nitzchia palea* se prête encore mieux que les espèces précédentes à l'étude du rétablissement de la forme maximum chez les Diatomacées.

» Quand les frustules naviculés de cette espèce ont décrû jusqu'à 28^{μ} à 30^{μ}, le protoplasme qu'ils recouvrent se gonfle considérablement, surtout au voisinage du noyau; sous l'action de cette augmentation de volume, les valves s'entr'ouvrent, presque toujours à une extrémité seulement, le thalle extérieur de la Diatomée se déchire pour donner issue au contenu de la cellule qui grossit et s'allonge suivant le grand axe de la Nitzschie, à la fois des deux côtés opposés du noyau. Ce corps jaunâtre, de 65^{μ} à 70^{μ} de long, pourvu de globules huileux et porteur des lames d'endochrome des Nitzschies, est très irrégulier de forme : il a l'aspect d'un boudin arrondi aux deux extrémités et renflé au centre; il peut être bosselé, étranglé, arqué, grossièrement sigmé, etc., mais, particularité curieuse, il s'anime et parcourt la macération dès sa maturité, en entraînant souvent avec lui les deux petites valves de la Diatomée qui lui a donné naissance. L'enveloppe de cette nouvelle et grande Nitzschie se charge très prématurément de silice et se recouvre des stries et des points carénaux qui caractérisent l'espèce; enfin, c'est par le cloisonnement de plus en plus rectiligne et la bipartition que la forme de cette espèce plus ou moins monstrueuse se régularise.

» Dans une culture de 10^{cc} de volume, on peut compter plusieurs millions de cellules semblables à celles dont il vient d'être parlé.

» En résumé, le rétablissement de la forme maximum chez les Diatomacées s'accomplit, ordinairement, de la façon la plus simple : le protoplasme des cellules de taille minimum se gonfle, écarte les frustules, s'échappe à l'extérieur, entouré d'une membrane de cellulose dont l'existence peut être, à tout âge, dévoilée par les réactifs. La cellule ainsi formée rappelle souvent d'une façon très lointaine la Diatomée qui lui a donné naissance; son enveloppe se silicifie très rapidement et s'orne des sculptures qui caractérisent le genre et l'espèce; c'est par des divisions subséquentes rectificatives que ces frustules de taille maximum reprennent leur régularité et leur élégance.

» Le phénomène du rétablissement de la forme maximum ne paraît pas être précédé d'un acte de fécondation; il n'est pas non plus, du moins

habituellement, l'œuvre d'une conjugaison. Si quelques Diatomées donnent des spores, des auxospores ou des sporanges, ce fait n'est pas constant, car le rétablissement de la taille s'effectue habituellement sans emprunter cette forme spéciale de végétation. Enfin le microscope ne permet pas de distinguer aisément cette glue ou cette gélatine au sein de laquelle, d'après quelques observateurs, germeraient les Diatomées.

» Les méthodes de culture que je viens d'indiquer permettent aux observateurs d'obtenir à volonté et en aussi grand nombre qu'ils le désirent des Diatomées de forme rétablie, et d'assister sous le microscope aux diverses phases qui précèdent ce rétablissement.

» Dans une prochaine Note, j'indiquerai les procédés qui permettent d'amener les Diatomées les plus régulières aux formes les plus bizarres, en provoquant chez elles des déduplications anormales. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Hématozoaires des Vertébrés à sang froid* (1).
Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En dehors des Flagellés (*Trypanosoma, Hexamitus*) et du *Cytamœba ranarum* (voir plus loin) les Protozoaires parasites du sang des Vertébrés à sang froid appartiennent au groupe des *Drepanidium*. Je conserve ce nom de *Drepanidium* comme étant le plus ancien, de préférence à ceux d'*Hemogregarina* ou d'*Hemococcidium*.

» Ce groupe des *Drepanidium* renferme jusqu'à présent les espèces suivantes :

» *a. Drepanidium ranarum* (2). Ray Lankester. Sang de *Rana esculenta*.

» *b. D. Krusei*, n. sp. Même habitat que le précédent; paraît être spécial aux Grenouilles italiennes.

» *c. D. Stepanowi*. Danilevsky. Sang de *Cistudo europœa*.

» *d. D. Danilewskii*, n. sp. Sang de *Lacerta viridis* et de *L. agilis*.

» Les *Drepanidium* sont des Sporozoaires de *forme bien déterminée* ayant une grande ressemblance avec de petites grégarines. Ils sont toujours intraglobulaires jusqu'à l'âge adulte, habitent surtout les hématies, mais souvent les leucocytes, les cellules du foie, de la rate et de la moelle des

(1) Travail du laboratoire de Zoologie expérimentale de la Sorbonne.

(2) V. Labbé, *Sur les Hématozoaires de la Grenouille* (*Comptes rendus*, 12 octobre, 1891).

os. Les jeunes stades sont immobiles; mais les adultes sont généralement très mobiles, très contractiles, et libres dans le sérum.

» J'ai observé la conjugaison chez *D. ranarum* (*loc. cit.*). Généralement, ils n'ont pas d'action nocive sur le globule, en ce sens qu'ils ne réduisent pas l'hémoglobine en mélanine comme le *Plasmodium malariæ;* mais l'action mécanique de leur croissance, de leur entrée dans le globule ou de leur sortie peut détruire l'hématie. Les formes adultes s'enkystent dans les globules rouges ou plus rarement dans les cellules des organes hématopoiétiques précédemment cités; ils y forment des kystes ronds ou ovalaires, *cytocystes grégariniques*, qui, par division du protoplasme, se transforment en masses mûriformes; chaque partie de la morula donne ensuite une spore, qui ici représente un *sporozoïte;* ce sporozoïte ressemble entièrement aux plus jeunes *Drepanidium* intra-globulaires. Danilewsky chez les Tortues, Pfeiffer chez les Lézards avaient déjà signalé ces *cytocystes* que j'ai pu retrouver chez les Grenouilles : les cytocystes de *D. ranarum* sont très analogues à ceux des autres espèces de *Drepanidium*.

» En résumé, les cytozoaires actuellement connus des Vertébrés à sang froid sont entièrement comparables les uns aux autres.

» Je n'ai pu trouver de cytozoaires semblables dans le sang des Poissons, où ils existent pourtant probablement.

» Il est fort possible, bien que je ne puisse pas encore l'affirmer avec certitude, que les formes *mobiles libres* (*Pseudovermiculi, pro parte*) des hématozoaires des Oiseaux (je ne parle pas ici des formes *en croissant immobile* des oiseaux et de la malaria de l'homme) ne soient autre chose que des *Drepanidium;* ainsi s'expliqueraient les cytocystes trouvés par Danilevski et Pfeiffer dans les organes hématopoiétiques des oiseaux, cytocystes qui ne seraient que les stades de sporulation de ces *Drepanidium;* ainsi s'expliquerait ce fait qu'on ne les trouve que « dans l'affection chronique » sans état fébricitant manifeste (¹). »

» Dans ce cas, il faudrait séparer ces formes des vrais parasites de la malaria des Oiseaux avec lesquels ils sont confondus, pour les rapprocher des *Drepanidium* et les distinguer des formes dites *en croissant* de la malaria de l'Homme et des Oiseaux, qui *certainement ne sont pas les homologues des* Drepanidium, *mais leur sont seulement analogues*.

» Bien des opinions ont été émises sur la place à attribuer aux *Drepa-*

(¹) Danilevsky, *Étude de la microbiose malarique* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, p. 19; 1891).

nidium. D'une grégarine ils ont la *phase libre* entre le stade intracellulaire et le stade de sporocyste, et de plus *la conjugaison,* qui n'existe vraisemblablement pas seulement chez *D. ranarum*. Mais jamais une grégarine ne présente de stade de *sporocyste intracellulaire,* et c'est des *Coccidies* à développement simple (*Eimeria*, par exemple) que semblent plutôt se rapprocher les *Drepanidium*. Néanmoins, les caractères différentiels sont assez importants pour légitimer en leur faveur la création d'un groupe auquel convient parfaitement le nom d'*Hémosporidies*.

» Je sépare complètement des Hémosporidies les parasites de la malaria de l'Homme et des Oiseaux, que je classerai plus volontiers entre les Rhizopodes et les Sporozoaires.

» C'est à ce deuxième groupe d'Hématozoaires que je rattacherais sous le nom de *Cytamœba ranarum,* un Hémamibe déjà signalé chez la Grenouille et que tous les auteurs, sauf Grassi et Feletti, introduisent dans le cycle évolutif du *Drepanidium ranarum*. Celli et San Felice (*V. Forschritte der Medicin*, 1891), qui attribuent au premier le stade de sporulation de l'autre, s'étonnent pourtant de ce que, puisque le *Drepanidium* de la Grenouille, est si semblable à celui de la tortue, la sporulation soit si différente. C'est un amibe intraglobulaire (rarement libre dans le sérum) dont les plus petits individus ressemblent à des pseudo-navicelles. L'amibe est souvent de grande taille, se déplace agilement dans l'hématie en émettant des pseudopodes, refoule le noyau, prend une forme ronde et finit par subir une segmentation soit en rosette, soit de forme irrégulière (comme dans la Malaria). On peut voir les débuts de cette sporulation en observant les formes rondes assez fréquentes chez les grenouilles infectées. Ce Cytamœba renferme souvent comme parasites des Bactéries, qu'on peut considérer comme homologues des Pseudospirilles observés chez les Oiseaux. Peut-être faut-il y rattacher le *Polimitus* que j'ai décrit (voir *loc. cit.*). L'ensemble de cette description du Cytamœba est très semblable à celle qu'on pourrait faire des hématozoaires des oiseaux ou de l'homme et montre que le *Cytamœba ranarum* est voisin du *Plasmodium malariæ*.

» On peut démontrer expérimentalement que le *Drepanidium ranarum* et le *Cytamœba* appartiennent à des groupes différents. Si l'on injecte une grenouille non infestée avec du sang d'une grenouille infestée uniquement de Cytamœba, on trouve au bout de quelques jours des Cytamœba dans le sang, sans avoir donné naissance à un seul Drepanidium. C'est la contre-

épreuve des expériences de *Grassi* et *Feletti* (¹) dont les résultats sur ce point sont d'accord avec les miens. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des lumières colorées sur le développement des animaux*. Note de M. E. Yung, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Tout organisme, depuis le moment de son extérioration à l'état d'œuf ou de graine, jusqu'à sa mort, est soumis à l'action du milieu physico-chimique dans lequel il évolue. La science a un intérêt majeur à connaître quelle est la part de chaque élément du milieu, dans cette action. A plusieurs reprises déjà, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie de recherches entreprises dans ce but et, notamment, d'expériences relatives à l'influence des divers rayons du spectre solaire sur le développement des animaux aquatiques.

» Dès 1778 [2], j'étais conduit à signaler la région la plus réfrangible du spectre et, en particulier, les rayons bleus et violets, comme accélérateurs du développement des œufs et des larves de *Lymnæus stagnalis, Salmo trutta, Rana esculenta* et *temporaria,* pendant que les rayons rouges le retardent et que les rayons verts l'arrêtent. C'est, d'ailleurs, un fait d'observation générale, que la mortalité augmente chez les animaux d'un aquarium lorsque les parois de celui-ci se couvrent de végétations vertes.

» Ces premiers résultats furent confirmés par plusieurs observateurs et, en 1880 par moi-même [3], en opérant sur des pontes de *Loligo vulgaris, Sepia officinalis* et *Ciona intestinalis*, élevées dans des vases ne laissant pénétrer à leur intérieur que de la lumière filtrée à travers des solutions colorées. Toutefois, il fut constaté que la lumière verte, pour défavorable qu'elle se montrât, n'arrêtait pas entièrement l'évolution de ces animaux.

» Depuis lors, j'ai multiplié les expériences, en essayant de préciser le rôle des divers rayons thermiques, lumineux et chimiques dans la production du phénomène. Les conclusions en seront communiquées ultérieurement à l'Académie, mais je tiens à lui signaler dès maintenant le fait que

---

(¹) Grassi et Feletti, *Weiteres zur Malariafrage. Centralblatt f. B. u. P.*, X, 1891.

(²) Voir E. Yung, *Comptes rendus,* t. LXXXVII, p. 998.

(³) *Comptes rendus,* t. XCI, p. 440.

les animaux présentant des cas de symbiose font exception à la règle que j'avais posée en 1882.

» Mon attention avait été portée sur ce fait, lors d'expériences inachevées, entreprises au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff (de M. de Lacaze-Duthiers), sur les petites Planaires vertes (*Convoluta Schultzii*), si abondantes sur la grève voisine. Je m'étais assuré, alors, que la lumière violette ne leur convenait pas mieux que la lumière verte.

» Des recherches récentes, faites sur l'Hydre d'eau douce (*Hydra viridis*) élevée comparativement dans des vases éclairés, à travers des solutions mixtes de permanganate et de bichromate de potasse, ne laissant passer que le rouge; de sulfate ammoniacal de cuivre et de bichromate de potasse, ne laissant passer que le vert, et à travers une solution alcoolique de la couleur d'aniline dite *violet de Parme,* laissant passer les rayons violets et une partie des rayons bleus, m'ont montré que ces Polypes, sensibles aux diverses radiations, se développent plus vite et plus abondamment à la lumière rouge qu'à la lumière blanche. Cette dernière leur est plus avantageuse que la lumière verte et surtout que la lumière violette. L'obscurité est fatale à leur développement. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de fixation des larves parasites hexapodes des Acariens.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« On sait que certains Acariens, à l'état de larves hexapodes, vivent en parasites fixés sur divers Articulés. Ainsi, pour ne parler que des Acariens terrestres, des larves de Trombidiides s'attachent à des Coléoptères, des Hémiptères et surtout à une Arachnide, le Faucheur commun (*Phalangium opilio*), où l'on peut en observer jusqu'à une vingtaine sur le même individu.

» Ces parasites sont implantés par l'extrémité du rostre, qui a perforé la cuirasse chitineuse du parasitifère, pour mettre en rapport leur bouche avec l'hémalymphe, dont ils se nourrissent. Le jeune Acarien paraît demeurer attaché au même point des téguments pendant toute la durée de sa vie larvaire. En examinant un grand nombre de ces parasites, j'ai reconnu deux modes différents de fixation.

» Dans des larves vivant sur un Coléoptère, la *Lagria hirta,* et sur le *Phalangium opilio,* le rostre, de conformation normale, est armé de deux mandibules en forme de crochets, qui perforent l'enveloppe chitineuse du parasitifère, et permettent à l'animal de s'y maintenir solidement pendant toute la durée de sa phase hexapode.

» Dans une larve appartenant à une espèce différente et qui n'est pas rare sur le *Miris viridis*, ainsi que sur diverses Araignées des champs, le mode de fixation m'a présenté des particularités qui me semblent avoir échappé à l'attention des naturalistes.

» Quand on détache la portion des téguments sur laquelle la larve est implantée, en enlevant en même temps les tissus sous-jacents, on reconnaît que le rostre, en dedans de l'ouverture circulaire dans laquelle il est engagé, se prolonge en une sorte de trompe irrégulièrement ramifiée, dont les branches s'insinuent au milieu des tissus sous-tégumentaires. Les parois de ce tube rameux sont épaisses et transparentes. Chacune de ses ramifications, d'inégale longueur, se termine par une ventouse, en forme de bouton percé à son centre.

» Il existe alors, chez cette larve, une disposition de l'appareil préhenseur des matières alibiles, rappelant, morphologiquement au moins, les bouches multiples des Méduses du groupe des Rhizostomes.

» On ne peut s'empêcher non plus, en présence de cette singulière conformation, de se remettre en mémoire certains Crustacés, bizarrement modifiés par la vie parasitaire, les Sacculines, que l'on rencontre sous l'abdomen des Crabes.

» La Sacculine, sous sa forme sexuée, emprunte sa nourriture au Crabe au moyen de tubes d'une grande longueur qui enlacent d'un réseau très complexe tous les organes de sa victime, sauf le cœur et les branchies. J'ai proposé jadis de désigner ces tubes, en rapport avec l'appareil nourricier, sous le nom de *stomatorhizes*.

» On retrouve chez les larves de certains Acariens un appareil qui, avec un développement beaucoup moindre, n'est pas sans analogie avec les stomatorhizes des Sacculines. Seulement, chez les larves acariennes, l'hémalymphe du parasitifère passe directement dans les stomatorhizes ouverts à leur extrémité, tandis que, chez les Sacculines, les tubes sont clos et pourvus d'un organe énigmatique que j'ai nommé *organe lagéniforme*.

» Dans les deux cas, l'hémalymphe n'est pas utilisée en nature pour la nutrition du parasite; elle doit, au préalable, subir une digestion. Chez la larve acarienne à stomatorhizes, cette digestion s'effectue dans un estomac semblable en tous points à celui des larves, dont la bouche ne présente point de conformation exceptionnelle.

» Je ne puis fournir aucune lumière sur l'homologie de l'organe singulier que je viens de décrire. »

PALÉONTOLOGIE. — *La caverne de Brassempouy*. Note de M. ÉDOUARD PIETTE, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La petite grotte de Brassempouy, découverte par M. Dubalen, fouillée en partie par lui et M. de Laporterie, s'ouvre dans les pentes d'un coteau boisé, à quelques mètres d'un ruisseau. Elle est le carrefour où se joignent plusieurs corridors, anciens conducteurs des eaux pluviales, qui remontent dans la colline et aboutissent aux fonds d'entonnoirs ouverts à la surface du sol. Elle a été habitée aux époques de Solutré et de la Madelaine.

» Devant son entrée, s'étendent des amoncellements d'ossements brisés et de silex taillés; à gauche, sous de grosses pierres, vestiges d'un abri ruiné, on trouve de nombreux silex semblables à ceux de Solutré. Les belles pointes n'y sont pas rares. Les animaux dont on y découvre les ossements sont: le Mammouth, l'Éléphant indien, deux espèces de Rhinocéros, dont la plus abondante est le *Rhinoceros tichorhinus*, l'Auroch, le Cheval en quantité considérable, le *Cervus elaphus*, la *Hyenea crocuta*.

» A droite, les amas présentent d'autres caractères : leurs silex très nombreux ont les formes magdalénéennes; et l'on y recueille des sculptures en ivoire. Les ossements de chevaux forment encore la masse principale du conglomérat; avec eux, sont des os de Mammouth, de *Rhinoceros tichorhinus*, d'Auroch, de *Cervus elaphus*, des dents de Lion des cavernes, d'Ours de grande taille et des mâchoires de Panthère. La présence du Renne est contestable : je n'ai vu que deux dents qui puissent y être rapportées; et encore cette détermination est-elle critiquable.

» Il est intéressant de savoir qu'à l'époque de Solutré, le Mammouth, hôte des pays froids, et l'Éléphant indien, habitant des régions chaudes, ont vécu côte à côte à Brassempouy. Peut-être faut-il expliquer leur coexistence dans ce pays par l'influence du climat maritime, qui se faisait sans doute alors sentir jusque dans la Chalosse.

» L'absence ou la rareté du Renne, dans des amas équidiens de l'époque magdalénienne, est un fait non moins remarquable. Elle a forcé l'homme à employer l'ivoire pour la sculpture. De là un type nouveau de gisement, à la base de ces amas : le type éburnéen. Le Renne prospérait dans les Pyrénées, mais le versant français était l'extrême limite, vers le sud, de l'aire qu'il occupait; les plaines de la Garonne et de l'Adour étaient sans

doute alors trop chaudes pour lui en été, et la chaleur humide des régions voisines de la mer lui étaient favorables en tout temps. Les ossements de Panthère et de Lion qu'on trouve dans presque toutes les stations, à la base des amoncellements magdaléniens, prouvent qu'à cette époque le climat du pays de Gaule, sec sans excès, était loin d'être rigoureux. Il s'est peu à peu refroidi, pendant la durée du temps où se sont formés les amas équidiens, jusqu'aux temps où les ossements de Renne ont remplacé par leur abondance les ossements de Chevaux, devenus plus rares dans les conglomérats. Alors, à la sécheresse des saisons, succédèrent une humidité froide, puis des pluies fréquentes et de nombreuses inondations qui signalèrent la fin des temps quaternaires.

» La grotte a été habitée en même temps que les abris qui la prolongeaient à droite et à gauche; mais elle paraît avoir été plusieurs fois vidée, soit par l'irruption des eaux amenées par les corridors actuellement encombrés du lœss emprunté au revêtement du coteau, soit plus probablement par le fait des hommes. Elle ne renfermait plus qu'un lambeau contemporain des amas de Solutré, un foyer de conglomérat équidien avec sculptures en ivoire, et deux foyers coniques plus récents, avec ossements de Renne, sculptures en relief sur os et sur bois de Renne, gravures sur os, navette en bois de Cerf.

» Une représentation de tête d'Équidé, avec chevêtre découpée dans un os plat, date ces foyers coniques de la partie supérieure des amas équidiens, ou de la partie inférieure des amas cervidiens. L'absence d'aiguilles et de harpons, qui n'ont été inventés qu'aux temps cervidiens, semblent indiquer que ces foyers coniques ont été formés à la fin des temps équidiens. Les conglomérats cervidiens feraient défaut dans cette station. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'un squelette d'*Elephas meridionalis *dans les cendres basaltiques du volcan de Senèze (Haute-Loire)*. Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry (extrait).

« ... A 10^{km} au sud-est de Brioude, non loin de la station du chemin de fer de Frugières-le-Pin, au fond d'un cirque formé par des collines gnémiques, se trouve le village de Senèze. Le sommet et les flancs de la partie occidentale de ce cirque sont occupés par les ruines d'un petit volcan. Ce sont des matières de projection, bombes, lapillis, cendres basaltiques, plus ou moins agglutinés et plus ou moins remaniés par les orages volcaniques. De ces amas de projection, parfaitement stratifiées, partent

deux coulées qui descendent assez bas, l'une dans la vallée de l'Allier, l'autre dans la vallée de la Sénonire.

» M. Henry Mosnier m'avait signalé la présence d'ossements fossiles dans les terrains volcaniques de Senèze. Dans une première excursion, que je fis, avec MM. Paul le Blanc, Vernière et Henry Mosnier, je recueillis un certain nombre de débris d'*Equus Stenonis*, de *Bos elatus*, de *Rhinoceros*, d'*Hyæna*, des bois de plusieurs espèces de Cervidés et des morceaux d'un énorme Proboscidien. Ces ossements se trouvaient enfouis et disséminés au milieu de cendres volcaniques ravinées par les pluies d'orage. Quant aux os de Proboscidien, ils provenaient d'un champ cultivé et ils avaient été ramenés au jour par le soc des charrues.

» M. Albert Gaudry ayant bien voulu se rendre à Senèze avec moi, une fouille fut préparée....

» Au milieu du champ, le sol formait une protubérance arrondie comme un tumulus. Les premiers coups de pioche donnés au milieu de cette protubérance mirent à découvert quelques ossements de très grande dimension. A notre arrivée, M. Gaudry et moi nous reconnûmes les restes d'un grand Proboscidien, un humérus mesurant $1^m,20$ de longueur, des vertèbres dorsales, des côtes et une énorme défense tombant en miettes.

» Le tumulus devait évidemment son origine à la présence de cet énorme squelette, qui avait permis aux cendres volcaniques de résister plus longtemps à l'entraînement par les eaux. Nous fîmes continuer les fouilles sous nos yeux; la colonne vertébrale servant à nous guider, nous mîmes successivement à découvert la ceinture scapulaire, les vertèbres cervicales et les condyles occipitaux. Le crâne se trouva défoncé, brisé en mille morceaux, ce qui s'explique par la faible profondeur (quelques centimètres) à laquelle il se trouvait. Les dents, admirablement conservées, furent extraites avec soin et nous permirent de reconnaître un *Elephas meridionalis*.

» Certains os du squelette n'avaient pas conservé exactement leurs connexions anatomiques; une défense, par exemple, se trouvait assez loin de la tête et à l'opposé de celle-ci. Il est donc possible que le cadavre gisait sur le sol depuis un certain temps et était même complètement décharné, quand tomba la pluie de cendres qui devait le conserver.

» Cette découverte rappelle celle de l'Éléphant de Durfort, dont le squelette se trouve dans les galeries de Paléontologie du Muséum [1]. Les

---

[1] J'ai envoyé au Muséum de Paris la dentition complète de l'Éléphant de Senèze. Le reste du squelette sera probablement conservé dans les collections locales.

deux fossiles présentent de notables différences. L'Éléphant de Durfort se rapproche beaucoup, par sa dentition, d'une espèce qu'on trouve dans le Quaternaire ancien des environs de Paris, à Chelles, par exemple, et qui est elle-même voisine de l'*Elephas antiquus*. Les lames d'émail de ses molaires sont plus fines et plus rapprochées que dans l'Éléphant de Senèze. Celui-ci les a beaucoup plus larges, plus écartées; il a conservé, comme les Éléphants de Siwalicks, certains caractères des Mastodontes. L'Éléphant de Senèze représente un type plus ancien que l'Éléphant de Durfort. Il ressemble à l'*Elephas meridionalis* du *crag* anglais, tandis que celui de Durfort rappelle l'*Elephas meridionalis* du *Forest-bed*.

» L'étude des ossements fossiles de Senèze confirme les observations que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie, relativement à l'âge des volcans basaltiques de la vallée de l'Allier. Jusqu'à ces dernières années, on n'avait aucune notion précise sur l'âge de ces petits volcans isolés au milieu des gneiss. Les géologues, se fondant sur des caractères topographiques, avaient cru devoir les considérer comme quaternaires. Or chacun de ces volcans est une sorte de Pompéi où ont été conservés les débris contemporains de leurs éruptions. Les uns, comme ceux du Coupet et de Chilhac, étaient en activité à l'époque où vivaient le *Mastodon arvernensis* et d'autres Mammifères caractéristiques du Pliocène moyen. D'autres, comme celui de Senèze, sont un peu plus récents, car ils datent de l'époque où l'*Elephas meridionalis* avait remplacé dans nos pays les Mastodontes. A cette époque, le creusement de la vallée de l'Allier et des vallées affluentes était à peu près terminé et les environs de Brioude avaient acquis les principaux traits du relief actuel. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les empreintes du sondage de Douvres.* Note de M. R. Zeiller, présentée par M. Daubrée.

« On sait que le sondage entrepris à Douvres par la Compagnie du tunnel sous-marin, à l'instigation et sous la direction de M. Fr. Brady, ingénieur de cette Compagnie, a atteint le terrain houiller à 1157 pieds (352^m) de profondeur et y a reconnu, jusqu'à une profondeur totale de 1930 pieds (588^m), dix couches de charbon, dont huit mesurant plus d'un pied d'épaisseur (1). Ces couches sont presque exactement horizon-

(1) Fr. Brady, *Dover coal boring*. E. Lorieux, *Le sondage de Douvres* (*Annales des Mines*, 8e livraison, p. 227-232; 1892).

tales, ce qui porte M. Brady à penser qu'on se trouve là dans la région centrale du bassin.

» La houille dont elles sont formées renferme, d'après une analyse qu'en a fait faire M. Watteyne, Ingénieur principal des Mines de Belgique, 25 pour 100 de matières volatiles et ressemble, par sa composition, d'une part aux charbons gras du Pas-de-Calais, d'autre part à ceux du pays de Galles. Malgré l'analogie de quelques-uns des grès rencontrés dans le sondage avec ceux de la région la plus inférieure du terrain houiller de Belgique, M. Watteyne repousse, en raison de la haute teneur de ces houilles en matières volatiles, l'idée qu'on ait affaire là à la base de la formation; de son côté M. Brady est porté à voir, dans le système traversé par le sondage, de Douvres, l'équivalent de tout ou partie de la division supérieure du bassin du Somerset, c'est-à-dire des couches de Farrington et de Radstock.

» Toutefois, la teneur d'une houille en matières volatiles ne constituant nullement un criterium absolu pour la détermination du niveau, ces opinions ne pouvaient, jusqu'à plus ample informé, être acceptées que sous réserve; mais il était permis d'espérer que, parmi les empreintes végétales recueillies au cours du sondage, il se rencontrerait des espèces susceptibles de fournir, sur cette importante question, des indications plus précises. Ces empreintes m'ayant été envoyées en communication, grâce à l'obligeant intermédiaire de M. L. Breton, ingénieur-directeur des travaux de la Compagnie du tunnel à Calais, et à la gracieuse amabilité de M. Brady, j'ai pu, en effet, reconnaître parmi elles des Fougères qui ne se montrent qu'entre des niveaux bien déterminés du terrain houiller et qui sont, par conséquent, de nature à résoudre le problème ou, du moins, à en resserrer la solution entre des limites fort étroites.

» Les niveaux d'où proviennent ces empreintes sont ceux de 1894′ (577^{m}) au-dessous de la surface du sol, de 1900′ (579^{m}), et de 2038′ (621^{m}), le sondage se continuant et ayant atteint actuellement, d'après ce que m'écrit M. Brady, la profondeur de 2100′ (640^{m}). J'ai reconnu les espèces suivantes :

» Niveau de 1894′. — Un fragment de penne de Fougère à pinnules dentées, à nervation se rapprochant du type odontoptéroïde, que je suis porté à ranger dans le genre *Mariopteris* et qui ressemble notamment au *Mar. sphenopteroides* Lesq. (sp.), sans que je puisse l'attribuer positivement à cette espèce : l'échantillon est, en effet, trop incomplet pour être susceptible d'une détermination précise. — *Nevropteris Scheuchzeri* Hoffm., représenté par de grandes pinnules détachées. — *Nevr. rarinervis* Bunb.; fragments de pennes bien caractérisés. — *Nevr. tenuifolia* Schloth. (sp.);

portions de pennes. — *Lepidodendron aculeatum* Sternb.; ramule identique à certains échantillons du bassin de Valenciennes ([1]). — En outre, de nombreuses graines cordiformes (*Cordaicarpus*) de 5^{mm} à 6^{mm} de hauteur sur une largeur égale, très analogues au *Cord. congruens* Gr. Eury, mais à surface striée; je serais disposé à les rapporter au *Carpolithes corculum* Sternb. ([2]).

» Niveau de 1900'. — *Nevropteris Scheuchzeri.* — *Nevr. rarinervis.* — *Nevr. tenuifolia.* — *Cyclopteris,* fragment. — *Calamophyllites Gœpperti* Ettingsh. (sp.); portion de tige articulée avec cicatrices foliaires bien reconnaissables. — *Lepidostrobus variabilis* Lindl. et Hutt. — *Cordaicarpus* Cf. *corculum* Sternb. (sp.).

» Niveau de 2038'. — *Nevropteris Scheuchzeri;* fragment de pinnule un peu incertain. — *Lepidodendron lycopodioides* Sternb.; fragment de rameau assez mal conservé. — *Stigmaria ficoides* Sternb. (sp.).

» Toutes ces espèces indiquent le terrain houiller, mais la plupart ne permettent pas de préciser davantage. En effet, les *Calamophyllites, Lepidodendron, Lepidostrobus, Stigmaria,* que je viens de citer, se rencontrent indifféremment à peu près dans toute l'épaisseur du Houiller moyen et dans une partie au moins du Houiller supérieur. Le *Nevropteris tenuifolia* se montre surtout commun dans le bassin de Valenciennes, dans la zone la plus élevée, celle des charbons gras et flénus du Pas-de-Calais; mais on l'observe déjà, bien qu'assez rarement, à la base de la zone moyenne du même bassin; il ne saurait donc non plus servir de base à une détermination de niveau.

» Il n'en est pas de même, heureusement, des *Nevr. rarinervis* et *Nevr. Scheuchzeri:* ceux-ci, en effet, n'ont été observés, en Amérique aussi bien qu'en Europe, que vers le haut du Houiller moyen ou à l'extrême base du Houiller supérieur. En France, ils abondent dans la zone supérieure du bassin de Valenciennes, et ils n'ont été rencontrés au-dessous que tout à fait au sommet de la zone moyenne et encore sur un ou deux points seulement ([3]). Dans nos couches houillères supérieures, c'est-à-dire dans les bassins du centre et du midi de la France, ils n'ont été, que je sache, observés nulle part, même aux niveaux les plus inférieurs. En Angleterre, ils se montrent communs, dans le bassin du Somerset, dans les couches de Radstock et de Farrington ([4]), un peu plus élevées, à ce qu'il semble, que

---

([1]) *Voir* notamment la figure que j'ai donnée : *Flore foss. du bass. houiller de Valenciennes,* Pl. LXV, fig. 6.

([2]) Sternberg, *Ess. Fl. monde prim.,* I, Pl. VII, fig. 6.

([3]) *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes,* p. 685, 686.

([4]) Kidston, *Foss. Flora of the Radstock series* (*Trans. Roy. Soc. Edinb.,* XXXIII, p. 406, 411).

nos couches grasses et flénues du Pas-de-Calais, à en juger par la proportion sensiblement plus forte d'espèces du Houiller supérieur qu'elles renferment. De même, dans le Yorkshire (¹), on ne les a observés qu'au-dessus du milieu des *Middle Coal-Measures;* et dans le Staffordshire les niveaux où on les rencontre, dans les *Middle* et les *Upper Coal-Measures* (²), correspondent soit à notre zone supérieure du Pas-de-Calais, soit à la zone un peu plus élevée de Farrington et de Radstock.

» On peut donc conclure, de la présence de ces deux espèces dans le sondage de Douvres, que, comme le présumait M. Brady, les couches traversées par ce sondage appartiennent bien à la région supérieure du Houiller moyen, et, si l'on veut préciser davantage, qu'elles ne sauraient être ni plus récentes que les couches de Radstock dans le Somerset, ni plus anciennes que les couches les plus profondes de la zone supérieure, à charbons gras et flénus, du Pas-de-Calais. »

M. **L. Harsten**, de Leipzig, à propos d'une Communication récente de M. *L. Barthe*, relative au dosage volumétrique des alcaloïdes par les méthodes alcalimétriques, rappelle la Note publiée par M. *Plügge* en 1887, dans les *Archiv der Pharmacie*, et dont une analyse sommaire a été donnée, la même année, dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie* (5ᵉ série, t. XV, p. 571), sous le titre « Dosage des acides des sels d'alcaloïdes, la phénolphtaléine servant d'indicateur. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

(¹) Kidston, *The Yorkshire carboniferous Flora* (*Trans. Yorksh. nat. union*, pt. 14).

(²) Kidston, *On the foss. Flora of the Staffordshire Coal-Fields* (*Trans. Roy. Soc. Edinb.*, XXXV, pt. 1, n° 6; pt. 1, n° 5).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 octobre 1892.

Les régions invisibles du globe et des espaces célestes. Eaux souterraines, tremblements de terre, météorites, par M. A. Daubrée. Paris, Félix Alcan, 1892; 1 vol. in-8°.

Application de la méthode expérimentale au rôle possible des gaz souterrains dans l'histoire des montagnes volcaniques, par M. A. Daubrée. Paris, Chamerot et Renouard, 1892; 1 broch. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris, pour les années 1892-1893. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-12.

Notions générales sur les matières colorantes organiques artificielles, par Jules Mamy. Paris, B. Tignol; 1 broch. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1891 *pour Genève et le Grand-Saint-Bernard,* par A. Kammermann. Genève, 1892; 1 broch. in-8°.

Contribution à la question de l'azote, par A. Petermann. Seconde Note. Bruxelles, F. Hayez, 1892; 1 broch. in-8°.

Crania ethnica americana. Sammlung auserlesener amerikanischer Schädeltypen, herausgegeben von Rudolf Virchow. Berlin, Verlag von A. Asher und C°, 1892; 1 vol. in-f°.

Transactions of the clinical Society, vol. XXV. London, Longmans, Green and C°, 1892; 1 vol. in-8°.

The electric Railway in theory and practice, by Oscar T. Crosby and Louis Bell. New-York city, Johnston Company, 1892; 1 vol. in-8°.

Acta Societatis Scientiarum fennicæ, tomus XVIII. Helsingforsiæ, 1891; 1 vol. in-4°.

Smithsonian contributions to knowledge, vol. XXVIII. City of Washington, 1892; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 octobre 1892.

Théorie mathématique de la lumière. II : *Nouvelles études sur la diffraction, Théorie de la dispersion de Helmholtz.* Leçons professées pendant le premier

semestre 1891-1892, par H. Poincaré, membre de l'Institut : rédigées par MM. Lamotte et D. Hurmuzescu. Paris, G. Carré, 1892; 1 vol. in-8°.

Traité de Zoologie, par Edmond Perrier, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, fasc. II. Paris, F. Savy, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Les Types anthropologiques des Grands-Russes des gouvernements du centre de la Russie, par M. Zograf, professeur à l'Université de Moscou. 1 broch. in-8°.

The anatomy and development of the lateral line system in Arnia calva, by Edward Pheleps Allis, Ir. Boston, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Acari, miriapodi et scorpiones hucusque in Italia reperta. Acari, miriapodi e scorpioni italiani. A. Berlese, Padova, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Jahrbücher der K. K. central Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrgang 1889. Neue Folge XXVI. Band; der ganzen Reihe XXXIV. Band. Wien 1890; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'*Analysis situs. Note de M. **H. Poincaré**.

« On sait ce qu'on entend par l'ordre de connexion d'une surface et le rôle important que joue cette notion dans la théorie générale des fonctions, bien qu'elle soit empruntée à une branche toute différente des Mathématiques, c'est-à-dire à la géométrie de situation ou *Analysis situs*.

» C'est parce que les recherches de ce genre peuvent avoir des applications en dehors de la Géométrie qu'il peut y avoir quelque intérêt à les poursuivre en les étendant aux espaces à plus de trois dimensions. Riemann l'a bien compris; aussi, désireux de généraliser sa belle découverte, il s'est appliqué à l'étude de ces espaces au point de vue de l'*Analysis situs* et il a laissé sur ce sujet des fragments malheureusement très incomplets.

Betti, dans le tome IV, 2e série des *Annali di Matematica,* a retrouvé et complété les résultats de Riemann. Considérant une surface (variété à n dimensions) dans l'espace à $n+1$ dimensions, il a défini $n-1$ nombres

$$p_1, p_2, \ldots, p_{n-1}$$

qu'il appelle les $n-1$ ordres de connexion de la surface.

» Les personnes que rebute la Géométrie à plus de trois dimensions pourraient croire ce résultat sans utilité et le regarder comme un vain jeu de l'esprit, si elles n'étaient averties de leur erreur par l'usage qu'a fait des nombres de Betti notre confrère M. Picard dans des travaux d'Analyse pure ou de Géométrie ordinaire.

» La question n'est pas épuisée cependant. On peut se demander si les nombres de Betti suffisent pour déterminer une surface fermée au point de vue de l'*Analysis situs,* c'est-à-dire si, étant données deux surfaces fermées qui possèdent mêmes nombres de Betti, on peut toujours passer de l'une à l'autre par voie de déformation continue. Cela est vrai dans l'espace à trois dimensions et l'on pourrait être tenté de croire qu'il en est encore de même dans un espace quelconque. C'est le contraire qui est vrai.

» Pour nous en rendre compte, je vais envisager la question à un point de vue nouveau. Soient $x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}$ les coordonnées d'un point de la surface; ces $n+1$ quantités sont liées entre elles par l'équation de la surface. Soient maintenant

$$F_1, F_2, \ldots, F_p$$

p fonctions quelconques de ces $n+1$ coordonnées x (coordonnées que je suppose toujours liées par l'équation de la surface et auxquelles je conviens de ne donner que des valeurs réelles).

» Je ne suppose pas que les fonctions F soient uniformes, mais je suppose que si le point $(x_1, x_2, \ldots, x_{n+1})$ décrit sur la surface un contour fermé *infiniment petit,* chacune des fonctions F revient à sa valeur primitive. Cela posé, supposons que notre point décrive sur la surface un contour fermé *fini,* il pourra se faire que nos p fonctions ne reviennent pas à leurs valeurs initiales, mais deviennent

$$F'_1, F'_2, \ldots, F'_p$$

ou, en d'autres termes, qu'elles subissent la substitution

$$(F_1, F_2, \ldots, F_p; F'_1, F'_2, \ldots, F'_p).$$

» Toutes les substitutions correspondant aux divers contours fermés que l'on peut tracer sur la surface forment un groupe qui est discontinu (au moins en ce qui concerne sa forme).

» Ce groupe dépend évidemment du choix des fonctions F; supposons d'abord que ces fonctions soient les plus générales que l'on puisse imaginer en ne s'imposant pas d'autre condition que celle que nous avons énoncée plus haut; et soit G le groupe correspondant. Soit G′ le groupe correspondant à un autre choix de ces fonctions; G′ sera isomorphe à G, holoédriquement en général, mériédriquement dans quelques cas particuliers.

» Le groupe G peut donc servir à définir la forme de la surface et s'appeler le groupe de la surface. Il est clair que si deux surfaces peuvent se transformer l'une dans l'autre par voie de déformation continue, leurs groupes sont isomorphes. La réciproque, quoique moins évidente, est encore vraie, pour des surfaces fermées, de sorte que *ce qui définit une surface fermée au point de vue de l'*Analysis situs, *c'est son groupe.*

» Nous sommes donc conduit à nous poser la question suivante : *Deux surfaces fermées qui ont mêmes nombres de Betti ont-elles toujours des groupes isomorphes?*

» Pour résoudre cette question en nous servant d'un mode de représentation simple dans l'espace ordinaire, nous supposerons qu'il s'agisse de définir une surface dans l'espace à quatre dimensions seulement. Considérons pour l'espace ordinaire un groupe G proprement discontinu. L'espace se trouvera ainsi décomposé en une infinité de domaines fondamentaux, transformés les uns des autres par les substitutions du groupe. Je suppose que le domaine fondamental ne s'étende pas à l'infini et qu'aucune substitution du groupe ne laisse inaltéré aucun point de l'espace.

» Soient alors

$$X_1, \quad X_2, \quad X_3, \quad X_4$$

quatre fonctions des coordonnées x, y, z de l'espace ordinaire, inaltérées par les substitutions de G. Si l'on considère X_1, X_2, X_3, X_4 comme les coordonnées d'un point dans l'espace à quatre dimensions, ce point décrira une surface fermée dont le groupe sera isomorphe à G, holoédriquement si les fonctions X sont les plus générales qui soient inaltérées par G.

» Considérons, en particulier, le groupe dérivé des trois substitutions

$$(x, y, z;\ x+1, y, z),$$
$$(x, y, z;\ x, y+1, z),$$
$$(x, y, z;\ \alpha x+\beta y, \gamma x+\delta y, z+1),$$

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ étant quatre entiers tels que $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$. Je l'appellerai, pour abréger, le groupe $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$.

» Le domaine fondamental sera un cube.

» On observera d'abord que deux groupes $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$, $(\alpha', \beta', \gamma', \delta')$ ne peuvent être isomorphes que si les deux substitutions

$$(x, y;\ \alpha x + \beta y, \gamma x + \delta y), \quad (x, y;\ \alpha' x + \beta' y, \gamma' x + \delta' y)$$

sont transformées l'une de l'autre par une substitution linéaire à coefficients entiers.

» Cela n'arrivera pas en général.

» Cherchons maintenant à déterminer les nombres de Betti pour la surface qui admet le groupe $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$. Nous verrons que l'une des connexions est toujours quadruple, et que l'autre (la connexion linéaire) est

» Double dans le cas général;

» Triple si $\alpha + \delta = 2$;

» Quadruple si $\alpha = \delta = 1$, $\beta = \gamma = 0$.

» Ce qui précède montre que les nombres de Betti peuvent être les mêmes pour deux surfaces, sans que leurs groupes soient isomorphes et, par conséquent, sans que l'on puisse passer de l'une à l'autre par déformation continue.

» C'est là une remarque qui peut jeter quelque lumière sur la théorie des surfaces algébriques ordinaires, et rendre moins étrange un fait découvert par M. Picard, à savoir que les surfaces n'ont pas de cycle à une dimension, si elles sont les plus générales de leur degré. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur la Communication de M.* Berthelot, *présentée dans la dernière séance de l'Académie;* par M. **Th. Schlœsing**.

« La dernière Communication de M. Berthelot sur la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes débute ainsi : *J'ai établi la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes contenus dans la terre végétale, et cette vérité, acceptée aujourd'hui après de longues discussions, a renversé les anciennes théories....*

» Si je laissais passer, sans la contester, une affirmation aussi formelle, on croirait qu'après avoir soutenu que la terre nue ne fixe pas, en général, l'azote gazeux, j'ai maintenant changé d'avis. Je tiens à éviter toute méprise sur ce point.

» Aujourd'hui, quand on parle de fixation d'azote atmosphérique sur la

terre végétale, il est devenu nécessaire de distinguer le cas où la terre mise en expérience demeure nue, c'est-à-dire exempte de toute végétation apparente, du cas où apparaissent des plantes inférieures.

» Les expériences, si multipliées, qui ont conduit M. Berthelot à affirmer que des sables argileux, des kaolins, des terres végétales de Meudon, fixent l'azote atmosphérique avec le concours de microbes répandus dans toute leur masse, sont toutes comprises dans le premier cas, celui où la terre demeure nue. Ayant placé un assez grand nombre de terres très diverses dans les conditions qui doivent, d'après M. Berthelot, fournir les résultats les plus probants, c'est-à-dire en vases clos à atmosphères toujours oxygénées, je n'ai jamais pu constater une fixation appréciable. C'est pourquoi j'ai conclu que la propriété de fixer l'azote atmosphérique, si elle est réelle chez certaines terres privilégiées, n'existe pas, en général, dans les terres de nos champs. Plus que jamais je continue à soutenir cette opinion.

» Le second cas, celui où des plantes inférieures apparaissent à la surface des terres, a été rencontré et étudié par MM. Schlœsing fils et Laurent, au cours de leurs recherches sur la fixation de l'azote gazeux par les plantes. Ces auteurs ont démontré, d'une façon irréfutable, que l'azote gazeux peut être fixé quand certains végétaux inférieurs sont observés à la surface des sols.

» Voilà une vérité qui a été bien réellement acceptée. Mais je tiens pour certain que M. Berthelot ne songe pas à en revendiquer la démonstration et que, par conséquent, ce n'est pas d'elle qu'il veut parler quand il dit : *et cette vérité acceptée aujourd'hui après de longues discussions....*

» En parlant ainsi, M. Berthelot ne peut viser que la vérité qu'il a découverte, celle de la fixation de l'azote gazeux dans la terre végétale, quand cette terre demeure nue. Mais cette vérité-là rencontre encore trop de contradictions pour qu'on puisse la considérer comme acceptée aujourd'hui. »

Reponse à la Communication précédente, par M. **Berthelot**.

« J'ai entendu, avec quelque étonnement, la lecture de la Note de notre Confrère. L'Académie se rappelle les expériences que j'ai exposées devant elle sur cette question depuis de longues années; j'ai montré que, sous l'influence des microbes, c'est-à-dire des organismes inférieurs contenus

dans la terre végétale, et indépendamment de la présence et de l'action des plantes supérieures, celle-ci fixe l'azote atmosphérique.

» C'est cette démonstration que je revendique. Le fait même que j'avais annoncé, je veux dire la *fixation de l'azote sur la terre, par suite d'un phénomène vital,* a été vérifié depuis par des observateurs trop nombreux en France, en Allemagne et en Europe, pour que les doutes soulevés à l'origine aient pu être maintenus : l'évidence des faits positifs et reconnus par MM. Franck de Berlin, Tacke, Gautier et Drouin, Bréal, Dehérain et autres savants, ayant ôté toute portée aux observations négatives de M. Schlœsing et au point de vue qui les avait dirigées, c'est là une vérité acceptée. Elle a changé le cours des idées et elle est enseignée depuis plusieurs années, comme conséquence formelle de mes travaux, dans la plupart des chaires de l'Enseignement supérieur, à Paris et dans les Facultés de France, à Berlin et dans les Universités d'Allemagne. Il n'y a donc plus lieu de rentrer dans des discussions désormais épuisées. Aussi paraîtra-t-il sans doute étrange de voir réclamer la découverte pour des savants venus à la dernière heure, qui se sont bornés à la vérifier et à en préciser le mécanisme dans des cas particuliers. Il était difficile de prévoir que, après une tentative aussi prolongée pour contester la réalité des faits établis par mes recherches, cette controverse se terminerait par la prétention d'en attribuer la découverte aux élèves de M. Schlœsing lui-même. Pour me servir des expressions employées par Berzélius, objet d'un procédé analogue, « cette manière d'agir est sans précédent dans l'histoire de la Science. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de compressibilité des liquides;* par M. **E.-H. Amagat.**

« Dans ma Communication du 23 août 1886, j'ai donné seulement quelques résultats préliminaires relatifs à l'eau et à l'éther, qui n'étaient du reste point corrigés de la déformation des piézomètres que je n'avais alors pas encore étudiée. Depuis j'ai examiné divers autres liquides; les séries dans lesquelles la pression a été poussée jusqu'à 3000^{atm} ont été faites par la méthode décrite à la date ci-dessus (*méthode des contacts électriques*); pour tous les groupes de séries atteignant 200° et seulement 1000^{atm}, j'ai suivi la méthode que j'ai fait connaître à propos de mes recherches sur les gaz (*méthode des regards*) (8 décembre 1890). J'ai dressé des Tableaux donnant pour chaque liquide aux diverses températures et sous les diverses pressions les volumes occupés par la masse du corps dont le volume serait

égal à l'unité à zéro et sous la pression de 1^{atm}; avec ces résultats, j'ai calculé les valeurs des coefficients de compressibilité inscrits dans les Tableaux qui suivent; ces coefficients moyens (μ) se rapportent aux limites successives de pression indiquées à la première colonne verticale.

» L'éther jusqu'à 100° a été étudié de 10° en 10°; je donne seulement les coefficients de 20° en 20° comme pour l'alcool. Pour chacun des autres liquides, je ne consigne ici de résultats qu'à une seule température.

Éther $\left(\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta p} = \mu = 0,000\ldots\right)$

Limites des pressions en atmosphères.	0°,00.	20°,0.	40°,0.	60°,0.	80°,0.	100°,0.	138°,0.	198°,0.
atm atm 1- 50.....	1470	1764	2081	»	»	»	»	»
50- 100.....	1329	1584	2026	2523	3150	3934	»	»
100- 200.....	1207	1448	1702	2046	2538	3083	»	»
200- 300.....	1088	1250	1478	1739	2037	2408	3266	5645
300- 400.....	0986	1144	1293	1500	1723	1939	2558	3925
400- 500.....	0891	1004	1150	1308	1486	1736	2131	2986
500- 600.....	0835	0931	1043	1178	1375	1464	1825	2441
600- 700.....	0768	0856	0962	1051	1157	1295	1564	2047
700- 800.....	0720	0801	0888	0972	1073	1195	1402	1791
800- 900.....	0682	0743	0802	0889	1002	1062	1280	1626
900-1000.....	0654	0706	0766	0835	0891	0974	1133	1436

Alcool ($\mu = 0,000\ldots$).

	0°.	20°.	40°.	60°.	80°.	100°.	198°.
1- 50.......	0959	1118	1251	»	»	»	»
50- 100.......	0904	1024	1175	1356	1507	»	»
100- 200.......	0848	0950	1056	1213	1380	1578	»
200- 300.......	0774	0859	0960	1075	1211	1376	3333
300- 400.......	0728	0796	0870	0960	1093	1217	2590
400- 500.......	0682	0731	0808	0891	0980	1091	2164
500- 600.......	0635	0685	0755	0810	0892	0999	1843
600- 700.......	0597	0659	0709	0767	0832	0932	1552
700- 800.......	0558	0622	0653	0723	0780	0844	1403
800- 900.......	0551	0584	0627	0667	0736	0792	1289
900-1000.......	0522	0546	0589	0631	0682	0730	1190

($\mu = 0,000\ldots$).

	Eau.	Éther.			Alcool.		Sulfure de carbone.	
	0°,00.	0°,00	20°,20.	49°,95.	0°,00.	40°,35.	0°,00.	49°,15.
atm atm Entre 1 et 500.	0475	1072	1254	»	0769	0995	0657	»
500-1000.	0416	0708	0784	0900	0566	0667	0527	»
1000-1500.	0358	0537	0592	0658	0458	0512	0429	0512
1500-2000.	0324	0452	0477	0526	0385	0423	0367	0218
2000-2500.	0292	0371	0395	0441	0331	0366	0329	0188
2500-3000.	0261	0317	0338	0366	0284	0295	0290	»

(μ = 0,000....).

Limites des pressions.	Alcool méthylique. 0°,00.	Alcool propylique. 0°,00.	Alcool allylique. 9°,60.	Acétone. 0°,00.	Chlorure d'éthyle. 0°,00.	Bromure d'éthyle. 10°,10.	Iodure d'éthyle. 10°,60.	Chlorure de phosphore. 10°,10.
atm atm 1- 500.	0794	0691	0691	0816	1030	0894	0738	0723
500-1000.	0583	0518	0511	0588	0692	0634	0562	0543
1000-1500.	0470	0423	0427	0472	0546	0501	0462	0453
1500-2000.	0400	0361	0361	0400	0444	0422	0384	0384
2000-2500.	0345	0312	0315	0350	0386	0364	0344	0328
2500-3000.	0294	0272	»	»	»	»	0305	0286

» *Variation du coefficient de compressibilité avec la pression.* — L'inspection des Tableaux montre que dans tous les cas, à toutes les températures, le coefficient décroît régulièrement quand la pression croît. Vers 3000^{atm}, le coefficient de l'eau est réduit à la moitié de ce qu'il est sous la pression normale, celui de l'éther est réduit au tiers, etc. Cette question a été très controversée; plusieurs physiciens ont annoncé que, dans les limites de leurs expériences, ce coefficient était indépendant de la pression; on a même, dans certains cas, trouvé un accroissement avec la pression; en 1877, opérant seulement jusque vers 40^{atm}, j'avais trouvé une diminution presque insensible à la température ordinaire, mais qui devenait très notable quand la température croissait. Il est facile de voir que cette décroissance du coefficient dans les limites de pression où ont opéré la plupart des physiciens est extrêmement petite; elle a pu être de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales et, par suite, n'a pas été aperçue; mais il ne saurait en être de même des expériences dont les résultats ont été publiés en 1872 par M. Cailletet et desquelles on a conclu à la constance du coefficient jusque sous des pressions de 600^{atm} et 700^{atm}, ainsi qu'on le lit dans plusieurs Traités de Physique et dans plusieurs Mémoires; pour l'éther, par exemple, le nombre donné par M. Cailletet est, dans les mêmes limites de pression et à la même température, de 32 pour 100 plus grand que celui auquel je suis arrivé; pour le sulfure de carbone, la différence est encore plus grande : l'excès est de 44 pour 100; on conçoit difficilement de pareils écarts; si j'insiste sur ce point, c'est que cette prétendue constance du coefficient a conduit comme conséquences à de grosses erreurs. On remarquera que l'eau dont les lois de compressibilité sont, sous certains rapports, très différentes de celles que présentent les autres liquides, rentre ici dans le cas ordinaire; pour ce liquide en particulier, M. Tait qui, avant moi, en avait poussé l'étude jusque vers 500^{atm}, avait indiqué une diminution du coefficient de compressibilité qu'il avait même représentée par une formule.

» Cette diminution est elle-même, tant en valeur absolue qu'en valeur relative, d'autant plus grande que la température est plus élevée; c'est ce que montre le Tableau que voici des valeurs de $\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$ et $\frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{dp}$; j'ai pris au hasard la différence, aux diverses températures, des coefficients moyens entre 200^{atm} et 300^{atm}, puis entre 400^{atm} et 500^{atm}.

Éther.

	0°.	20°.	40°.	60°.	80°.	100°.	138°.	198°.
200^{atm}-300^{atm} (0,000....)	1088	1250	1478	1739	2037	2408	3266	5645
400-500 (0,000....)	0891	1004	1150	1308	1486	1736	2131	2986
$\Delta\mu$ → (0,000....)	0197	0246	0328	0431	0551	0672	1135	2661
$\frac{\Delta\mu}{dp}$ → (0,000000...)	098	123	164	215	275	336	567	1330
$\frac{1}{\mu}\frac{\Delta\mu}{\Delta t}$ →	0,00090	0,00098	0,00109	0,00124	0,00135	0,00139	0,00173	0,00235

» Enfin le Tableau que voici, également relatif à l'éther, montre, pour zéro et 100°, que la variation du coefficient avec la pression décroît, tant en valeur relative qu'en valeur absolue, quand la pression croît; il confirme en même temps les résultats du Tableau précédent.

Limites des pressions.	A 0°.			A 100°.		
	μ.	$\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$.	$\frac{1}{\mu}\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$.	μ.	$\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$.	$\frac{1}{\lambda}\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$.
	0,000	0,000000		0,000	0,000000	
100^{atm}-200^{atm}........	1207			3083		
300-400........	0986	110	0,00091	1939	572	0,00185
500-600........	0835	075	0,00076	1464	237	0,00122
700-800........	0720	057	0,00068	1195	134	0,00092
900-1000......	0654	033	0,00046	0974	110	0,00092

» *Variation du coefficient de compressibilité avec la température.* — Sauf pour l'eau qui sera examinée à part, et dont, pour cette raison, j'ai inscrit ici seulement une série, on voit à l'inspection des Tableaux que le coefficient de compressibilité augmente dans tous les cas avec la température, sous toutes les pressions.

» Voici maintenant deux Tableaux donnant pour l'alcool et l'éther les valeurs de $\frac{\Delta\mu}{dt}$ et de $\frac{1}{\mu}\frac{d\mu}{dt}$ pour des valeurs de μ prises entre les limites de pression indiquées à la première colonne verticale.

Éther.

Limites des pressions.	$\left(\frac{\Delta\mu}{\Delta p}=0,00000\ldots\right)$.				$\frac{1}{\mu}\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$.		
	0°-50°.	50°-100°.	100°-138.	138°-198°.	0°-50°.	50°-100°.	100°-198°.
atm atm							
100-200.....	140	234	»	»	0,0116	0,0112	»
200-300.....	099	165	226	396	0,0091	0,0104	0,0135
300-400.....	082	109	163	228	0,0083	0,0089	0,0102
400-500.....	067	102	104	142	0,0075	0,0083	0,0073
500-600.....	057	069	095	103	0,0068	0,0062	0,0068
600-700.....	047	059	071	080	0,0061	0,0059	0,0059
700-800.....	042	052	054	065	0,0058	0,0056	0,0051
800-900.....	033	043	057	058	0,0048	0,0051	0,0054
900-1000....	029	035	042	050	0,0044	0,0044	0,0048

Alcool.

	0°-40°.	40°-100°.	100°-198°.	0°-40°.	40°-100°.	100°-198°.
100-200.....	052	087	»	0,0061	0,0082	»
200-300.....	046	069	198	0,0059	0,0072	0,0144
300-400.....	035	058	140	0,0048	0,0067	0,0115
400-500.....	032	047	109	0,0047	0,0058	0,0100
500-600.....	030	041	086	0,0047	0,0054	0,0086
600-700.....	028	037	063	0,0047	0,0052	0,0068
700-800.....	024	032	057	0,0043	0,0049	0,0067
800-900.....	019	028	050	0,0034	0,0046	0,0065
900-1000....	017	023	047	0,0033	0,0039	0,0064

» On voit que $\frac{\Delta\mu}{\Delta t}$ augmente rapidement avec la température et décroît rapidement quand la pression croît.

» La valeur de $\frac{1}{\mu}\frac{\Delta\mu}{\Delta t}$ diminue aussi rapidement quand la pression croît, mais, tandis que pour l'alcool elle augmente d'une façon notable avec la température, pour l'éther elle paraît en être sensiblement indépendante; on est conduit à se demander si elle ne tendrait pas vers une limite ou ne passerait pas par un maximum que l'éther aurait déjà atteint; cette dernière hypothèse est la plus probable, car c'est ce qui a lieu pour l'acide carbonique et l'éthylène, dans la partie du réseau où leurs propriétés peuvent être rapprochées de celles des liquides suffisamment chauffés; on peut donc prévoir par analogie qu'il doit en être de même pour l'alcool, l'éther et les autres liquides à une température suffisamment élevée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Deniau adresse une Note sur une nouvelle machine pneumatique.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. Delaurier adresse une Note ayant pour titre : « Recherches sur les combinaisons optiques et photographiques qui, avec les instruments actuels, peuvent servir pour observer notre satellite avec le plus fort grossissement possible ».

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la troisième édition du « Traité de Géologie » de M. *A. de Lapparent*. (Présenté par M. Daubrée.)

M. P. Fischer prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Zoologie par le décès de M. *de Quatrefages*.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le Ministre des Affaires étrangères transmet à l'Académie une Lettre du vice-consul de France à Erzeroum sur une observation d'un arc-en-ciel lunaire.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Barnard (octobre 12), faite à l'Observatoire d'Alger à l'équatorial coudé;* par M. F. Sy, communiquée par M. Tisserand.

Date 1892.	Étoile.	Gr.	Astre — Étoile. ΔÆ	Astre — Étoile. ΔⒹ.	Nombre de compar.
Oct. 18.	$\frac{1}{2}$[W_1 1077 + BrH. Seeliger 21912]	8,5	$+6^m 18^s,91$	$-3'23'',1$	20:16

Positions de l'étoile de comparaison.

Date 1892.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Oct.. 18.	$19^h 43^m 58^s,37$	$+1'',53$	$+10°47'45'',4$	$+9'',0$	$\frac{1}{2}$[1 W n° 1077 + B, H. Seeliger n° 21912]

Positions apparentes de la comète.

Date 1892.	Temps moyen d'Alger.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Oct. 18......	$8^h 57^m 33^s$	$19^h 44^m 18^s 81$	$\bar{1},541$	$+10°44'31'',3$	0,630

» La comète est de très faible éclat, occupant une étendue circulaire de 20″ de diamètre environ; on distingue à peine une petite condensation. »

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète Barnard du 12 octobre* 1892. Note de M. **Schulhof**, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Note précédente (p. 586), j'ai regardé comme très probable que la nouvelle comète de M. Barnard ait une courte durée de révolution. Un nouveau calcul, basé sur des observations de M. Bigourdan, des 17, 21 et 26 octobre et sur une observation de M. Schorr du 17 octobre, confirme cette prévision et met en évidence le fait très intéressant, déjà précédemment soupçonné par moi, d'une connexion intime entre la nouvelle comète et celle de Wolf.

» Voici les éléments encore très incertains que j'ai trouvés; j'y ajoute, pour faciliter la comparaison, les éléments approchés de la comète de Wolf à son retour en 1891, et ceux qu'elle possédait, d'après M. Lehmann-Filhès, avant les grandes perturbations subies en 1875 de la part de Jupiter.

	Comète Barnard.	Comète Wolf, 1891.	Comète Wolf, 1875.
T...............	1892 déc. 9,0721		
π...............	18°33′44″2	19°11′	5°39′
☊...............	207.21.44,7	206.22	208.27
i...............	30.51.13,2	25.15	29.27
e...............	0,579619	0,5573	0,3911
log *a*............	0,525601	0,5559	0,6208
ℜ...............	$6^a,143$	$6^a,82$	$8^a,54$

	Comète Barnard.	Comète Wolf, 1891.	Comète Wolf, 1875.
$\frac{1}{a} + 2\frac{\sqrt{A_j}}{R_j^2}\sqrt{p}\cos i$.	0,495	0,497	0,492
l_j................	210°	209°	210°

Équ. et écl. moy. de 1892,0.
T exprimé en temps moyen de Paris.

» On remarque, en comparant les éléments de la comète Barnard avec ceux de la comète Wolf en 1891, que les éléments π, Ω et $\frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{A_j}}{R_j^2}\sqrt{p}\cos i$ (élément important, introduit par M. Tisserand dans sa recherche fondamentale sur les grandes perturbations des comètes) sont presque absolument concordants et que l_j, le point de proximité à l'orbite de Jupiter, est le même pour les deux astres, mais que les éléments i, e et $\log a$, et particulièrement i, accusent des écarts assez notables. On voit en même temps que les éléments de la comète Wolf pour 1875 s'écartent moins de ceux de la comète Barnard que de ceux qui se rapportent à 1891. Il est donc d'un côté presque hors de doute que les deux comètes dérivent d'un même corps qui a dû, à un moment donné, se diviser en deux ou plusieurs parties, tout comme les comètes périodiques de Biéla et de Brooks (1889 V). Mais, d'un autre côté, il est certain que la division de ce corps doit remonter au delà de 1875, époque à laquelle la comète de Wolf a subi la dernière fois de grandes perturbations de la part de Jupiter. Comme des différences relativement faibles dans l'époque du passage au périjove suffisent pour produire dans les éléments des écarts considérables, on serait, à première vue, porté à supposer que la comète de Barnard ait aussi passé vers 1875 dans la sphère d'activité de Jupiter. Cette supposition exigerait que sa période fût environ de 0,4 année plus grande que celle de la comète de Wolf, tandis que mes calculs la donnent plus petite de 0,7 année. Étant donnée la grande incertitude de mes éléments, un changement d'une année dans la durée de révolution serait bien possible. Mais une telle variation ferait cesser la concordance des valeurs de $\frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{A_j}}{R_2^j}\sqrt{p}\cos i$ qui est, d'après le critérium de M. Tisserand, la condition indispensable d'une origine commune. Il est donc très douteux que la véritable période dépasse aussi fortement celle donnée par moi; toutefois il est probable qu'elle soit un peu plus grande que 6,14 années, vu qu'à une excentricité plus forte correspondrait une diminution de la plus courte distance de la comète à l'orbite de Jupiter, qui est, d'après mes éléments, de 0,28. En

attendant qu'une meilleure détermination de la durée de révolution permette de fixer approximativement le moment du dernier passage de la comète dans le voisinage de Jupiter, on peut dès maintenant affirmer que ce passage a dû avoir lieu bien avant 1875 (pour R = 6^a,3, je trouve 1839,9 et pour R = 6^a,24, 1828,0). Plus cette époque est reculée, plus il sera pénible de calculer exactement l'orbite antérieure de la comète, et de la comparer à l'orbite contemporaine de la comète de Wolf. Mais, si dans l'intervalle entre cette époque et 1875, la comète de Wolf ne s'était pas trouvée trop voisine de Jupiter, un procédé approché plus expéditif s'offrirait à nous. On déciderait par des tâtonnements, en variant l'instant du périjove, si les éléments de la comète de Wolf, antérieurs à 1875, pouvaient approximativement se transformer en ceux de la comète de Barnard. »

MÉCANIQUE. — *Sur les équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Poincaré.

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques détails à ma Note du 12 septembre dernier, en raison d'une observation à laquelle elle a donné lieu le 10 octobre, de la part de M. Painlevé.

» Dans une Note insérée le 11 avril aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* M. Painlevé s'était proposé d'étudier les équations de la Dynamique, lorsqu'on les peut transformer en d'autres de même espèce sans altération des trajectoires, les forces appliquées dépendant d'ailleurs uniquement des coordonnées des points matériels.

» J'ai communiqué peu de jours après à l'Académie (*Comptes rendus,* 25 avril 1892) les résultats auxquels j'étais parvenu de mon côté sur le même sujet et que j'avais annoncés dans une Note antérieure. Ce travail concernait les cas où l'intégrale des forces vives existe et la constante qu'elle renferme est regardée comme une donnée.

» En m'imposant ces restrictions, que l'on ne peut trouver étranges dans une pareille question, je traitais un problème moins étendu que celui de M. Painlevé; les théorèmes que j'obtenais étaient au contraire notablement plus complets que les siens.

» Après avoir fait connaître, dans une Note du 12 septembre 1892, des exemples assez généraux, pour lesquels les conditions du problème que je m'étais proposé sont satisfaites, j'ajoutais une proposition relative à une

question un peu différente : l'existence de l'intégrale des forces vives était toujours supposée, mais la constante de l'énergie était regardée comme arbitraire.

» La proposition que j'avançais est inexacte, d'après M. Painlevé, et cela pour deux raisons. La première, c'est qu'il n'arrive pas toujours que, l'un des deux mouvements associés admettant l'intégrale des forces vives, il en soit de même pour le second. Quand cela n'arrive pas, il est clair que le problème n'est pas de ceux que j'avais en vue, puisque j'ai supposé : 1° que l'intégrale des forces vives existe.

» Les deux problèmes que j'ai associés ont été traités d'une façon entièrement symétrique dans toutes ces recherches et rien ne peut donner à penser que j'aie fait pour l'un d'eux une hypothèse qui n'ait pas été faite pour l'autre. Je n'avais donc aucun besoin *d'admettre* que, si les forces sont dérivées d'un potentiel pour l'un des deux mouvements, il en est nécessairement de même pour le second. C'est un théorème que M. Painlevé me prête, en le contestant.

» Mais, en adoptant même l'hypothèse que j'ai faite, la proposition avancée serait inexacte et, pour le démontrer, M. Painlevé cite un exemple qui mettrait en défaut la méthode dont j'ai fait usage.

» Je ferai remarquer d'abord que, si l'exemple dont il s'agit échappe aux considérations que j'ai présentées, on ne peut cependant l'opposer au théorème énoncé, car il y satisfait évidemment, et tout autre exemple où le nombre des variables ne surpasse pas 2 serait aussi peu concluant. Quand on considère alors les deux problèmes associés, il peut arriver que, l'énergie h ayant une valeur donnée pour l'un d'eux, il lui corresponde dans l'autre toutes les valeurs possibles et non pas une valeur déterminée, h'.

» Cette circonstance exige une discussion spéciale, sans introduire une difficulté véritable. Comme, d'ailleurs, le théorème était déjà démontré pour tous ces cas, je n'avais pas à en faire l'objet d'une étude particulière.

» Dès que le nombre des variables est supérieur à 2, la circonstance signalée ne peut se présenter; les cas où, à une valeur donnée de h, correspondraient toutes celles de h' *n'existent pas*, et voici sommairement comment on s'en assure.

» Les équations des trajectoires peuvent être mises sous la forme

$$(1)\qquad dx_i d^2 x_k - dx_k d^2 x_i = \sum_{(n,n')} (p_{n.n'}^{(k)} dx_i - p_{n.n'}^{(i)} dx_k)\, dx_n dx_{n'},$$

indiquée dans une Communication précédente (*Comptes rendus,* 25 avril

1892). Les coefficients $p_{n.n'}^{(i)}$, $p_{n.n'}^{(k)}$ sont des fonctions de $x_1, \ldots, x_m$ et h. Pour le problème associé, les équations des trajectoires sont de même forme, leurs coefficients $q_{n.n'}^{(i)}$, $q_{n.n'}^{(k)}$ contiennent h'. Ces deux systèmes d'équations ne sont pas nécessairement les mêmes; toutefois, si l'on élimine du premier la constante h, du second la constante h', les relations obtenues doivent être équivalentes.

» Cela posé, comment peut-il se faire qu'à une valeur donnée de h correspondent toutes les valeurs de h'? Il faut que, pour cette valeur de h, chacune des équations suivantes

$$(2) \qquad \sum_{(n,n)} (p_{n.n'}^{(k)} dx_i - p_{n.n'}^{(i)} dx_k + q_{n.n'}^{(i)} dx_k - q_{n.n'}^{(k)} dx_i) dx_n dx_{n'} = 0$$

fasse connaître une intégrale h' des équations (1). Cette intégrale unique est ainsi donnée (à moins que $m = 2$) par plusieurs relations simultanées, ce que l'on peut supposer vérifié de diverses façons. J'omets ici, pour abréger, la discussion complète de ces hypothèses; il me suffit de dire qu'elles conduisent toutes à une impossibilité.

» La proposition que j'avais énoncée reste donc entièrement établie.

» J'ajoute que la distinction des cas généraux ou particuliers, qui peuvent s'offrir dans le problème dont nous nous sommes occupés, demanderait l'étude détaillée des équations de condition à satisfaire; cette étude n'a pas été faite ou, du moins, publiée jusqu'à présent. Entre les différentielles des variables qui représentent le temps dans les deux mouvements associés, il existe une relation dont certains caractères sont connus; elle peut revêtir d'abord des formes plus ou moins complexes, sans renseigner sur le degré de généralité des solutions correspondantes. »

MÉCANIQUE. — *Sur la solution du problème balistique*. Note de M. E. VALLIER, présentée par M. Resal.

« La solution du problème balistique repose sur une altération de la loi de la résistance de l'air permettant l'intégration des équations du mouvement grâce à l'introduction d'un paramètre auxiliaire. On se propose d'indiquer ci-dessous une marche qui semble rationnelle pour l'évaluation de ce paramètre.

» Soient $f(v)$ l'accélération due à l'action de l'air, supposée tangentielle; θ l'inclinaison de la tangente sur l'horizontale Ox; X, Y les coordonnées

de l'extrémité de l'arc de trajectoire : on a

$$Y = X \tang\theta_0 - \frac{gX^2}{2v_0^2\cos^2\theta_0} - g\int_0^X (X-x)^2 \frac{f(v)}{v^4\cos^2\theta}dx.$$

» Si, pour les nécessités de l'analyse, on remplace l'expression $f(v)$ par une autre fonction des éléments, que l'on peut représenter sous la forme $F(x, m)$, m étant un paramètre auxiliaire, il en résultera pour Y une erreur E, ayant pour valeur

$$E = g\int_0^X (X-x)^2 \frac{f(v) - F(x, m)}{v^4\cos^3\theta}dx,$$

et l'on voit qu'il faut déterminer m, dans chaque cas particulier, de manière à rendre cette intégrale aussi faible que possible.

» C'est la solution pratique de ce problème que je vais développer :

» Si l'on pose $x = Xz$ et $\frac{f(v) - F(x, m)}{v^4\cos^3\theta} = \psi(z, m)$, on voit qu'il faut rendre minimum l'expression

$$\varepsilon = \int_0^1 (1-z)^2\psi(z, m)\,dz.$$

Cette intégrale ne pouvant s'obtenir analytiquement, il faut évaluer ε.

» On rappelle à cet effet que si l'on développe en fraction continue l'intégrale $\int_0^1 \Pi(x)\frac{dx}{x-z}$ et que l'on représente par $\frac{\chi(z)}{\varphi(z)}$ la $n^{\text{ième}}$ réduite de ce développement, et par $z_1, z_2, z_3, \ldots$ les racines de $\varphi(z)$, on a la relation suivante

$$\int_0^1 \Pi(z)\psi(z)\,dz = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\chi(z_i)}{\varphi'(z_i)}\psi(z_i) + R,$$

où le reste R est de la forme

$$R = a_{2n}\varepsilon_1 + a_{2n+1}\varepsilon_2 + \ldots.$$

Si l'on suppose que $\psi(z)$ se développe en la série

$$\psi(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots,$$

c'est-à-dire que l'évaluation de l'intégrale est exacte jusqu'à concurrence des $2n$ premiers termes du développement, et l'erreur résultante R,

d'après un théorème de M. Markof, est comprise entre les limites

$$\frac{\mathrm{H}}{1, 2, \ldots, 2n}\int_0^1 \varphi^2(z)\Pi(z)\,dz \qquad \text{et} \qquad \frac{h}{1, 2, \ldots, 2n}\int_0 \varphi^2(z)\Pi(z)\,dz,$$

H et h étant la plus grande et la plus petite des valeurs que prend la dérivée d'ordre $2n$ de la fonction $\psi(z)$ lorsque z varie de 0 à 1. Mais, dans le problème balistique traité ici, l'évaluation de H est trop compliquée pour être utilisée.

» Si l'on pose dans la formule générale ci-dessus $\Pi(z) = (1-z)^2$, on arrive précisément à la détermination de l'erreur ε commise dans l'intégration des équations balistiques, et en donnant au paramètre m la valeur qui annule l'erreur ε ainsi évaluée, on aura la solution exacte du problème jusqu'à concurrence des $2n$ premiers termes du développement de $\psi(z)$.

» Cette solution, trop compliquée en général, prend un cachet de simplicité pratique dans le cas de $n = 2$. L'équation $\varphi(z)$ a en effet pour racines, dans ce cas particulier,

$$z_1 = 0,1225 \qquad \text{et} \qquad z_2 = 0,544.$$

» La valeur z_2 correspond précisément au sommet de la trajectoire, dont les éléments sont aisés à calculer. Pour la valeur z_1, elle correspond à un point dont l'abscisse x_1 se déduit de celle x_s du sommet par la relation

$$x_1 = \frac{0,1225}{0,544}x_s = 0,225x_s,$$

et l'erreur ε a pour valeur

$$\varepsilon = 0,806\,\psi(z_1, m) + 1,800\,\psi(z_2, m).$$

» On aura donc une solution exacte du problème balistique, aux termes près du 4e degré de $\psi(z)$ en déterminant m de manière à annuler cette valeur de ε.

» Ce qui se résume en la règle suivante :

» 1° Calculer par les formules approchées usuelles les éléments du sommet et ceux du point dont l'abscisse est égale à $0,225x_s$;

» 2° Avec les éléments ainsi déterminés, former et résoudre l'équation en m

$$8\frac{f(v_1) - \mathrm{F}(x_1, m)}{v_1^4\cos^3\theta_1} + 18\frac{f(v_s) - \mathrm{F}(x_s, m)}{v_s^4} = 0.$$

» *Application.* — L'artifice le plus en usage aujourd'hui consiste, en posant $u = v \cos\theta \operatorname{séc}\theta_0$, à prendre

$$F(x, m) = m \frac{\cos^2\theta_0}{\cos\theta} f(u).$$

» Il convient donc d'adopter ici pour m la valeur

$$m = \left[\frac{8 f(v_1)}{v_1^4 \cos^3\theta_1} + \frac{18 f(v_s)}{v_s^4}\right] \operatorname{séc}^2\theta_0 : \left[\frac{8 f(u_1)}{u_1^4} + 18 \frac{f(u_s)}{v_s^4}\right]. »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Déplacements évolutifs d'un aimant sur le mercure, sous l'action d'un courant électrique.* Note de M. C. DECHARME.

« Lorsque l'on dépose sur un bain de mercure *parfaitement pur* (condition essentielle) une aiguille aimantée légère (aiguille à coudre de 3^{cm} ou 4^{cm} de longueur, effilée aux deux bouts) et que l'on fait aboutir dans le liquide les extrémités, en platine, des fils conducteurs d'un courant issu d'une pile de deux ou trois éléments au bichromate, l'aimant se déplace rapidement en différents sens, suivant les points de pénétration des rhéophores dans le mercure, par rapport à la position des pôles de l'aiguille. Ces dispositions présentent un grand nombre de combinaisons dont les principales seules seront examinées.

» 1° Le cas le plus simple est celui où les rhéophores plongent de chaque côté et à égale distance de l'aiguille, suivant une droite perpendiculaire à son axe, le *pôle positif* du courant étant *à gauche* et près du pôle austral de l'aiguille (en repos dans le méridien magnétique); celle-ci s'élance au loin perpendiculairement à la direction du courant. Si elle n'a pas dépassé le champ d'action du courant, elle revient bientôt sur ses pas, d'un mouvement très lent d'abord, puis accéléré, pour s'arrêter, après une ou deux oscillations, dans sa position d'équilibre, de manière que sa ligne neutre soit au-dessus du courant, à égale distance des rhéophores.

» 2° Si les rhéophores plongent encore perpendiculairement à l'aiguille, mais *d'un même côté* de celle-ci, le pôle négatif près du pôle austral; l'aiguille, après s'être élancée au loin perpendiculairement à la direction du courant, revient, par un mouvement presque parallèle à elle-même, se placer entre les deux rhéophores dans la position précitée.

» 3° Si les rhéophores plongent dans le mercure *parallèlement* à l'ai-

guille, on verra celle-ci s'élancer au loin, d'abord parallèlement à la direction du courant, puis revenir, par un mouvement tournant, après un quart de révolution, se placer dans la position d'équilibre voulue par la convention d'Ampère (en se rappelant qu'ici le courant passe *sous* l'aiguille).

» Ce déplacement initial de l'aiguille *parallèlement au courant* semble en opposition avec la règle précédente; mais il s'explique en remarquant que ce qui empêche l'aiguille d'obéir d'abord à l'action qui la sollicite, c'est sa grande facilité à se mouvoir dans le sens de sa longueur et la grande difficulté qu'elle éprouve, au contraire, à se déplacer dans le sens latéral, à cause du long ménisque qui l'entoure; elle est obligée, en quelque sorte, de *louvoyer* (mouvement facilité par ses deux pointes) et de prendre des positions diverses, transitoires, pour arriver à la position finale précitée.

» 4° Un mouvement plus complexe se produit lorsque les rhéophores plongent suivant une droite perpendiculaire à l'aiguille, *d'un même côté*, le pôle austral se trouvant *à droite* du courant : par exemple, quand les rhéophores étant tous deux à droite de l'aiguille, le pôle négatif du courant est près du pôle austral, alors, l'aiguille, après s'être élancée au loin vient, après une demi-révolution, se placer dans la position normale.

» 5° Enfin, le cas le plus complexe est celui dans lequel les rhéophores plongent de *chaque côté de l'aiguille*, suivant une droite perpendiculaire à sa direction, le pôle négatif se trouvant à *gauche du pôle austral*, en sorte que l'aiguille est dans une position exactement inverse de celle que veut la convention d'Ampère. Pour arriver à sa position normale, l'aiguille s'élance d'abord au loin, puis revient, après une demi-révolution, dans la position normale.

» Il est évident qu'en intervertissant l'ordre des pôles du courant, on obtiendra des figures de positions inverses des précédentes. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du maximum de densité des mélanges d'alcool et d'eau.* Note de M. **L. de Coppet**, présentée par M. Friedel.

« Les mélanges d'alcool et d'eau ont déjà été étudiés par Rossetti [1] au point de vue de la détermination des températures du maximum de densité.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1092; 1870.

» Despretz a déterminé ([1]) la température du maximum pour deux solutions d'alcool. Il n'a publié le résultat que pour l'une d'entre elles (probablement parce qu'il aura trouvé pour l'autre une température du maximum supérieure à 4°, et que ce résultat lui aura paru suspect).

» Dans le Tableau suivant, j'ai réuni les résultats de mes expériences sur la température du maximum et sur la température de congélation des mélanges d'alcool et d'eau à ceux de Despretz et de Rossetti. Les observations de Rossetti sont désignées par un astérisque, celles de Despretz par deux astérisques.

Poids d'alcool dans 100gr d'eau M.	Abaissement du point de congélation C.	Température du maximum de densité.	Abaissement de la température du maximum ([2]) D.	Coefficients d'abaissement $\frac{C}{M}$.	$\frac{D}{M}$.
	°	°	°		
0,09	0,00	4,12*	− 0,12	0,000	−1,333
0,642	0,27	4,16	− 0,16	0,421	−0,249
1,346	0,54	4,29	− 0,29	0,401	−0,215
2,568	1,03	4,39	− 0,39	0,401	−0,152
3,943	1,57	4,02	− 0,02	0,398	−0,005
6,21	2,63*	3,17*	+ 0,83	0,424	+0,134
6,575	2,60	2,85	+ 1,15	0,395	+0,175
7,408	2,83**	2,25**	+ 1,75	0,382	+0,236
8,46	3,54*	1,82*	+ 2,18	0,418	+0,258
10,80	4,45*	−0,19*	+ 4,19	0,412	+0,388
17,12	7,47*	−8,48*	+12,48	0,436	+0,729

» Ce Tableau fait voir, par la constance du coefficient d'abaissement $\frac{C}{M}$, que l'*abaissement du point de congélation* de ces solutions d'alcool est sensiblement proportionnel à la quantité d'alcool, conformément à la loi de Blagden.

» Mais l'*abaissement de la température du maximum* n'est nullement proportionnel à la quantité d'alcool. Pour les solutions faibles *il n'y a pas d'abaissement, mais, au contraire, élévation de la température du maximum de densité*. »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXX, p. 74; 1839.

([2]) Au sujet de la température du maximum de densité de l'eau pure, il règne encore une incertitude de quelques centièmes de degré. J'admets provisoirement le chiffre 4°.

CHIMIE. — *Sur la dissociation du bioxyde de baryum.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La décomposition du bioxyde de baryum par la chaleur est habituellement donnée, dans les cours de Chimie, comme un exemple de dissociation à tension fixe. Il n'existe pourtant jusqu'ici aucune expérience qui établisse un semblable mode de décomposition; les anciennes recherches de Boussingault prouvent tout au plus que la décomposition du bioxyde de baryum est réversible. Les conditions dans lesquelles cette réaction est utilisée pour la préparation industrielle de l'oxygène ne semblent pas indiquer une tension fixe; car la quantité d'oxygène obtenue par un changement de pression à température constante ne donne que quelques centièmes de l'oxygène théoriquement disponible, au plus 10 pour 100. Il m'a semblé intéressant de reprendre l'étude de cette question.

» Dans une première série de mesures effectuées sur du bioxyde de baryum acheté dans le commerce, j'ai obtenu des tensions variant dans des limites étendues, à mesure que la quantité d'oxygène enlevée augmentait, par exemple, de 520^{mm} à 70^{mm} à la température de 670°. Ce bioxyde de baryum impur renfermait une notable quantité d'eau.

» Dans une deuxième série d'expériences, je me suis efforcé de préparer du bioxyde de baryum pur. Pour cela, un mélange en proportions équivalentes de carbonate de baryte et de charbon fut chauffé au rouge vif dans le vide pour obtenir de la baryte rigoureusement anhydre, et ensuite, après refroidissement vers 500°, un courant d'oxygène pur et sec fut dirigé sur cette baryte; mais il n'y eut aucune absorption; l'oxygène et la baryte anhydres ne sont donc pas susceptibles de s'unir directement.

» Dans une troisième série d'expériences, la baryte provenant de l'opération précédente fut soumise à l'action d'un courant d'air saturé de vapeur d'eau à la température de 20°. L'absorption marcha très rapidement; mais le produit obtenu était liquide et ne se solidifia qu'à 450°. C'était un mélange composé de $\frac{2}{3}$ de monohydrate de baryte et de $\frac{1}{3}$ de bioxyde de baryum.

» Je me suis finalement arrêté pour la préparation du bioxyde de baryum à peu près pur au procédé suivant. Du bioxyde de baryum plus ou moins hydraté fut chauffé à la température de 700° dans un courant d'oxygène pur et sec aussi longtemps que l'on put constater un dégagement appré-

ciable d'eau. On obtient ainsi du bioxyde de baryum non pas absolument pur, mais renfermant la quantité minimum d'hydrate de baryte nécessaire pour assurer l'absorption de l'oxygène. Les tensions observées pour un degré moyen de décomposition se rapprochent beaucoup des tensions de dissociation du carbonate de chaux aux mêmes températures. Voici les résultats des mesures faites :

Températures.	Tensions.
525°	20mm
555	25
650	65
670	80
720	210
735	260
750	340
775	510
785	620
790	670

» Mais les tensions sont beaucoup plus élevées au début de la décomposition du bioxyde de baryum qui a été saturé à refus d'oxygène; elles sont au contraire beaucoup plus faibles à la fin de la décomposition.

» La dissociation du bioxyde de baryum est donc un phénomène moins simple qu'on ne l'avait supposé *a priori;* il exige nécessairement l'intervention de la vapeur d'eau : l'action de présence d'un mélange fondu d'hydrate de baryte et de bioxyde de baryum est l'intermédiaire indispensable de l'absorption de l'oxygène. Dans ces conditions la tension de dissociation ne peut pas être rigoureusement fixe; elle ne doit l'être qu'autant que le mélange fondu est saturé de bioxyde de baryum et de baryte anhydres, c'est-à-dire se trouve au contact d'un excès de ces deux corps à l'état solide. La décomposition complète du bioxyde de baryum présente donc trois phases distinctes; l'expérience et la théorie sont d'accord pour l'établir.

» La tension qui limite la dissociation part d'une valeur très grande, théoriquement infinie lorsque le produit est saturé d'oxygène, qu'il n'y a de baryte anhydre ni à l'état libre, ni en dissolution dans la portion de matière fondue. A mesure que la décomposition avance, la tension décroît jusqu'au moment où il s'est formé assez de baryte anhydre pour qu'il en reste une partie à l'état solide. A partir de ce moment, la tension demeure constante aussi longtemps qu'il reste du bioxyde de baryum solide. Lorsque ce corps n'existe plus qu'à l'état de dissolution dans le mélange

fondu, la tension commence à décroître régulièrement pour s'annuler au moment où la décomposition est devenue complète. L'importance du degré de décomposition compatible avec le maintien d'une tension fixe est d'autant plus considérable qu'il y a moins d'eau dans la matière, mais, en même temps, l'établissement de l'état d'équilibre devient de plus en plus lent. La période de tension fixe disparaît à partir d'une certaine teneur en eau de la matière, qui est de 10 pour 100 à 450° et est d'autant moindre que la température est plus élevée. La masse est alors complètement fondue.

» La tension de la vapeur d'eau contenue dans l'oxygène est sans influence sur la tension de l'oxygène aussi longtemps qu'il reste de la baryte et du bioxyde de baryum libres; elle n'en a pas moins une importance considérable dans la fabrication de l'oxygène par le bioxyde de baryum. Le mélange fondu présente à chaque température, aussi longtemps qu'il est en présence d'un excès de ses constituants, une composition invariable et, par suite, une tension de vapeur d'eau invariable au même titre que celle de l'oxygène (qui est égale à la tension de dissociation du bioxyde). Si la tension de la vapeur contenue dans l'air qui sert à régénérer le bioxyde n'a pas exactement la valeur convenable, il y a fixation ou élimination d'eau, et, par suite, changement de la proportion de matières fusibles. Si celle-ci diminue trop, la fixation de l'oxygène devient impossible; si elle augmente trop, tout le bioxyde de baryum fond et est ainsi mis hors de service. La tension des vapeurs d'eau convenable est extrêmement faible, puisque, pratiquement, elle provient des imperfections des procédés de dessiccation employés qui sont théoriquement censés enlever toute l'eau contenue dans l'air. Mais l'influence de cette petite quantité de vapeur est incontestable, car l'expérience industrielle a montré qu'en poussant trop loin le perfectionnement des procédés de dessiccation, l'opération marchait moins bien. Il est très remarquable de voir que, malgré la difficulté en apparence insurmontable de régler cette tension de vapeur d'eau d'une façon convenable, on soit arrivé, par de simples tâtonnements empiriques, à utiliser industriellement une même quantité de baryte à des milliers d'opérations consécutives. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une réaction limitée.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Schützenberger.

« On sait que le sens des réactions chimiques change avec la nature du dissolvant : ainsi l'iode décompose totalement l'acide sulfhydrique dissous dans l'eau, mais il est sans action sur le même gaz dissous dans le chloroforme ou le sulfure de carbone.

» En étudiant l'action de l'hydrogène sulfuré sur certains sels métalliques dissous dans de la benzine exempte d'eau, j'ai observé que la décomposition n'est pas complète et qu'elle donne lieu à un cas d'équilibre tout à fait particulier. Dans ce cas, la limite est indépendante des produits de décomposition et jusqu'à un certain point de la température; elle paraît déterminée uniquement par une combinaison moléculaire; cependant, de tels composés sont peu stables, car ils sont formés avec un dégagement minime de chaleur ainsi que l'ont remarqué divers auteurs.

» Une très petite quantité d'eau suffit pour altérer les résultats, les sels mercuriques étant en totalité décomposés en solution aqueuse par un courant de gaz sulfhydrique. Voici les faits :

» 500^{cc} de benzine distillée plusieurs fois sur de l'acide phosphorique anhydre sont placés dans un ballon muni d'un réfrigérent à reflux, terminé par un tube desséchant. Le ballon contient 10^{gr} de sublimé corrosif $HgCl^2$. On porte à l'ébullition, le sel mercurique se dissout partiellement, et l'on fait alors arriver un courant continu d'hydrogène sulfuré bien sec. On observe un dégagement d'acide chlorhydrique qui diminue au bout de quelques heures.

» La benzine reste acide. Après vingt heures, on obtient un solide jaune, à condition qu'aucune trace d'humidité n'ait pénétré dans l'appareil. Ce corps soumis à l'analyse est le sulfochlorure $HgCl^2, 2HgS$.

Analyse.

	Théorie.	Trouvé.
Mercure pour 100..........	81,63	81,68
Cl pour 100...............	9,65	9,32
S pour 100................	8,72	8,88

» A froid, les résultats ne diffèrent pas sensiblement des précédents; la température influence donc peu la réaction. Et ce n'est pas l'acide chlorhy-

drique resté dans la benzine qui s'oppose à la transformation totale du sulfochlorure en sulfure. En effet, prenons 4^{gr} de ce sulfochlorure bien sec, plaçons-les dans 500^{cc} de benzine exempte d'eau et d'acide chlorhydrique, portons à l'ébullition et faisons passer le courant pendant trente heures. Le sulfochlorure jaune, insoluble, devient gris à la longue (il semble que le bouchon ayant perdu un peu d'humidité ait permis une attaque plus profonde); cependant le résidu blanchit par évaporation de la benzine et renferme encore 6,01 pour 100 de chlore.

» Pour éviter les traces d'humidité, et pour absorber l'acide chlorhydrique qui tend à se former, prenons 500^{cc} de benzine sèche et projetons-y quelques morceaux de sodium après avoir introduit dans le ballon 4^{gr} de sulfochlorure renfermant 10 pour 100 de chlore. Le courant de gaz sulfhydrique ayant passé pendant trente heures dans la solution bouillante, on obtient un précipité jaunâtre qui, déduction faite d'un peu de Na Cl, renferme 9,7 pour 100 de chlore.

» Cette expérience prouve donc que, malgré l'absorption partielle par le sodium de l'acide chlorhydrique qui tend à se former, on obtient à la limite le sulfochlorure $Hg^2Cl, 2HgS$, à condition qu'il n'y ait pas d'eau. Au contraire, des traces d'humidité permettent la sulfuration totale du sublimé. J'indiquerai prochainement une application de ces résultats à certaines réactions de la Chimie organique, et je dirai comment ils m'ont conduit à la découverte des éthers cyanés. Aujourd'hui je vais décrire quelques réactions des corps minéraux sur les sels mercuriques dissous ou non dans la benzine.

» 1° Prenons une solution d'iodure mercurique dans la benzine sèche, faisons-y passer de l'ammoniaque desséchée; aussitôt il se forme un précipité cristallin jaune clair qui, à la longue, rougit au contact de l'air en dégageant de l'ammoniaque.

» 328^{mgr} du précipité jaune perdent 13^{mgr} d'ammoniaque : les cristaux correspondent donc au composé $HgI^2, 2AzH^3$.

» La même réaction a lieu quand les corps secs (iodure et ammoniaque) réagissent l'un sur l'autre.

» 2° Les solutions benziniques des sels mercuriques réagissent mal sur le sulfure de silicium parce que celui-ci est insoluble dans la benzine. Au contraire, si l'on chauffe un mélange de sulfure de silicium et de chlorure mercurique pulvérisés, la masse fond, et il se dégage un liquide bouillant à 59° et qui a toutes les propriétés du chlorure de silicium. Ce liquide est, en effet, décomposable par l'eau avec dépôt de silice et renferme 83,8

pour 100 de chlore (théorie 83,6). La Thermochimie faisait prévoir cette réaction.

» *Cyanure de silicium.* — Avec le cyanure de mercure, le sulfure de silicium donne aussi un solide jaune, soluble dans l'eau. L'addition d'azotate d'argent provoque aussitôt un précipité de cyanure d'argent et formation de silice gélatineuse; le corps jaune est donc le cyanure de silicium. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la fixation de l'azote libre par les plantes.* Note de MM. **Th. Schlœsing** fils et **Em. Laurent**, présentée par M. Duclaux.

« Les recherches que nous poursuivons sur la fixation de l'azote libre par les plantes, sont, comme nous l'avons déjà exposé [1], exécutées avec le concours de deux méthodes; l'une, la méthode directe, consiste à mesurer au début et à la fin des expériences l'azote gazeux mis en présence des plantes cultivées; l'autre, la méthode indirecte, est fondée sur le dosage de l'azote, avant culture, dans le sol et les semences et, après culture, dans le sol et les plantes. Nous avons fait ressortir l'utilité qu'il y avait, pour décider si une fixation d'azote *libre* avait lieu, à faire usage de la méthode directe, et l'avantage qu'on retirait de l'emploi simultané de deux méthodes se contrôlant mutuellement.

» Les cultures se font nécessairement en vases clos; la composition de l'atmosphère interne des appareils est surveillée par de fréquentes analyses et entretenue dans les limites qui conviennent à la végétation. Les sols, consistant en terre naturelle provenant d'un sous-sol de Montretout, sont mélangés avec un peu de délayure d'un mélange de plusieurs bonnes terres et pourvus ainsi de germes des êtres microscopiques existant dans ces terres; leur surface est, après introduction des semences, recouverte d'une mince couche de sable calciné destinée à empêcher la production de plantes inférieures; elle est restée, cette année, effectivement exempte de ces plantes.

» Jusqu'ici, nous avions mis en œuvre dans nos expériences des sols contenant, naturellement ou après addition de nitrates, peu d'azote. Il fallait expérimenter dans ces conditions, pour voir si les plantes, ne ren-

---

(1) *Comptes rendus*, 2e semestre 1890 et 2e semestre 1891; *Annales de l'Institut Pasteur*, février 1892.

contrant dans le sol qu'une quantité d'azote combiné inférieure à leurs besoins, assimileraient de l'azote libre; autrement, on aurait pu, si les plantes n'avaient pas fixé d'azote libre, objecter que la cause en était non dans le fait qu'elles n'avaient pas la faculté d'accomplir une telle fixation, mais dans cet autre que le sol leur avait offert une nourriture azotée suffisante. Rappelons que, dans cette manière d'opérer, nous n'avons pas trouvé de plantes, en dehors des légumineuses, fixant de l'azote libre.

» Il fallait aussi, pour examiner les divers cas qui se présentent, employer des sols plus riches en azote. C'est ce que nous avons fait cette année. Nos sols ont reçu des doses d'azote nitrique assez importantes. Les plantes ont pris un développement beaucoup plus considérable. Dans ces nouvelles conditions, nous avons retrouvé, pour les plantes supérieures expérimentées autres que les légumineuses, les résultats négatifs que nous avions déjà obtenus.

» Pour trois de nos expériences, nous ne pouvons présenter les chiffres de la méthode directe. Un jour de l'été dernier, par une chaleur exceptionnelle à laquelle on ne pouvait guère s'attendre, l'atmosphère intérieure des appareils s'est trouvée tellement dilatée qu'un peu de gaz s'est échappé au dehors. La méthode directe était dès lors manquée. Cependant les expériences ne l'étaient pas. Nous avons attaché à l'usage de la méthode directe une importance capitale dans nos premières expériences, quand il s'est agi de constater définitivement que certaines plantes étaient capables de fixer de l'azote libre; aujourd'hui que la possibilité de cette fixation est bien établie, il faut avouer que la méthode directe, que nous continuons néanmoins à pratiquer parce qu'elle est la plus probante, est devenue moins nécessaire; du moment que les cultures se font à l'abri des composés azotés de l'atmosphère, on peut maintenant admettre que, s'il y a une fixation, celle-ci est due à un emprunt d'azote libre.

Méthode directe.

	Azote gazeux			
			en plus	
	initial.	final.	au début.	à la fin.
	cc	cc	cc	
I. Témoin, sans culture......	759,3	758,4	0,9	»
II. Avoine..................	4585,9	4582,9	3,0	»
III. Colza..................	»	»	»	»
IV. Graminées [1]...........	»	»	»	»
V. Pomme de terre..........	»	»	»	»

Méthode indirecte.

	Azote initial.				Azote final.			En plus	
	Sol.	Solution nutritive.	Semence.	Total.	Sol.	Récolte.	Total.	au début.	à la fin.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
I. Témoin, sans culture.	174,6	124,7	»	299,3	298,6	»	298,6	0,7	»
II. Avoine	174,6	249,5	2,5	426,6	265,7	158,2	423,9	2,7	»
III. Colza	174,6	124,7	0,5	299,8	178,8	121,9	300,7	»	0,9
IV. Graminées (1)	174,6	249,5	6,9	431,0	224,1	207,0	431,1	»	0,1
V. Pomme de terre	261,9	187,1	101,9	550,9	311,1	233,3	544,4	6,5 (2)	»

» Nous avons admis comme erreurs possibles, dans une expérience bien faite, ± 3^{cc} pour la méthode directe et ± 4^{mg} pour la méthode indirecte.

» Il résulte des chiffres qui précèdent que, dans les conditions de nos expériences, l'avoine, le colza, les graminées employées et la pomme de terre n'ont point fixé d'azote libre en proportion mesurable.

» Dans notre intention, les expériences témoins ont été instituées pour servir simplement de termes de comparaison et faire savoir si, lorsqu'une fixation d'azote serait observée, elle serait réellement attribuable aux plantes ou aux sols; et elles ont, en effet, fourni une telle indication, il y a un an, dans les cas où nous avons constaté que de l'azote était fixé. Mais elles ont par elles-mêmes une valeur qui n'est pas à négliger, et imposent une conclusion que nous avons déjà formulée et sur laquelle il importe d'insister, c'est que les sols absolument nus, ne portant aucune végétation apparente, quoique pourvus des êtres microscopiques variés contenus dans de bonnes terres, n'ont point fixé d'azote libre.

» Dans une prochaine Communication, nous demanderons à rendre compte de nouvelles recherches sur les plantes inférieures au point de vue de la fixation de l'azote. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Épuration des eaux d'égouts par le sulfate ferrique.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine.**

« Nous avons eu l'occasion de faire quelques essais importants d'épuration des eaux d'égouts par le sulfate ferrique, dont nous avons donné

(1) Mélange de Dactyle pelotonné, de Fléole des prés, d'Houlque laineuse, d'Ivraie vivace et d'Avoine élevée.

(2) Une quantité d'azote, sensible ici à cause du poids relativement considérable de la semence, a pu se dégager pendant la germination et produire cette petite perte.

un procédé de fabrication très économique dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 51; 1892).

» On sait que, parmi les nombreux réactifs qui ont été proposés pour l'épuration chimique des eaux, les sels ferriques sont ceux qui donnent les meilleurs résultats. Étant donné le prix auquel on peut produire ces sels par notre procédé, leur emploi devient possible pour le traitement de grands volumes d'eau, sans entraîner des dépenses considérables.

» MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées ont bien voulu mettre à notre disposition, pour nos expériences, l'admirable établissement de Grimompont, construit sous leur direction pour l'épuration des eaux d'égouts des villes de Roubaix et de Tourcoing.

» Les égouts de ces deux villes reçoivent, outre les eaux ménagères, toutes les eaux résiduaires des nombreux établissements industriels de ce centre manufacturier. Le produit de ces égouts tombe dans un petit ruisseau, l'Espierre, qui passe dans l'usine de Grimompont pour être épuré avant son entrée en Belgique, où il va se jeter dans l'Escaut.

» L'eau de l'Espierre est extrêmement chargée en matières étrangères; sa composition est assez variable, mais elle renferme quelquefois jusqu'à 10^{kg} de résidu sec par mètre cube. Elle est noire, boueuse, fétide, riche en matières grasses, en particulier celles enlevées à la laine brute.

» Jusqu'ici, pour l'épuration des eaux de l'Espierre, on avait employé à l'usine de Grimompont le procédé à la chaux. Mais l'emploi de ce réactif présentait de grands inconvénients et l'épuration était très imparfaite. A proprement parler, on n'obtient ainsi qu'une clarification plus ou moins complète de l'eau. On n'enlève, en effet, que les produits en suspension et les matières grasses; on laisse dans l'eau la presque totalité des autres matières organiques dissoutes. De plus, l'eau ainsi traitée est fortement alcaline, prend une odeur spéciale et devient rapidement le siège d'une fermentation putride, favorisée par l'alcalinité du milieu et les matières organiques restant en dissolution. De plus, le fonctionnement avec la chaux est très pénible et fournit des quantités considérables de boues dont il est impossible de se débarrasser, car on ne peut en tirer aucun parti.

» Le sulfate ferrique donne à tous les points de vue de meilleurs résultats. Les essais importants qui ont été faits et qui se poursuivent à l'usine de Grimompont ont montré que ce procédé, tout en donnant une eau parfaitement épurée, était très pratique, très simple, et ne présentait aucun inconvénient dans son emploi en grand.

» Les dernières expériences ont été poursuivies sans arrêt, jour et nuit, plusieurs semaines, à raison de $20\,000^{mc}$ environ par vingt-quatre heures.

» L'eau à épurer est additionnée en quantité convenable à une solution de sulfate ferrique; les débits sont mesurés par des déversoirs. Le mélange est pris par des pompes centrifuges et refoulé dans de vastes bassins de décantation, où le précipité formé se rassemble à la partie inférieure, tandis que l'eau parfaitement claire, prise à la partie supérieure, s'écoule d'une façon continue.

» L'action du sulfate ferrique s'explique facilement. Ajouté en petite quantité aux eaux impures, ce sel est décomposé par les sels alcalins et alcalino-terreux qu'elles renferment; l'oxyde ferrique ainsi précipité entraîne avec lui la totalité des matières en suspension, les matières grasses, les matières albuminoïdes, les matières colorantes, les principes odorants et, en particulier, les sulfures solubles qu'il fixe à l'état de sulfure de fer. Les microbes eux-mêmes sont entraînés avec le précipité dans une forte proportion.

» Le précipité ainsi formé, abondant, lourd, grenu, se rassemble rapidement, de sorte que la décantation dans les bassins de dépôt se fait sans difficulté. L'eau décantée est, par suite, rejetée parfaitement claire, incolore, neutre, complètement désinfectée et imputrescible; elle ne renferme plus qu'une très faible proportion des matières organiques contenues primitivement en dissolution.

» Voici la composition de deux échantillons d'eau, pris à l'usine, l'un le matin, l'autre le soir du 21 avril 1892 et en regard la composition de ces eaux épurées par la chaux et par le sulfate ferrique.

Eau de l'Espierre du 21 *avril* 1892.

	Échantillon pris à 8^h30^m du matin.			Échantillon pris à 3^h du soir.		
	Eau brute.	Eau épurée avec 4^{kg} de chaux éteinte par mètre cube.	Eau épurée avec 1^{kg} de sulfate ferrique par mètre cube.	Eau brute.	Eau épurée avec $1^{kg},500$ de chaux éteinte par mètre cube.	Eau épurée avec $0^{kg},400$ de sulfate ferrique par mètre cube.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
ésidu sec par litre...	5,75	3,70	2,10	3,20	1,65	1,06
ésidu minéral......	1,95	2,90	1,80	1,60	0,99	0,91
atières grasses.....	2,08	0	0	0,72	0	0
atières organiques en solution évaluées en acide oxalique cristallisé, par litre...	1,35	1,20	0,22	1,10	0,86	0,12
lcalinité, évaluée en CaO par litre......	»	0,80	neutre	»	0,26	neutre
oids du précipité sec obtenu par l'épuration, par litre.....	»	6,96	4,29	»	3,03	1,90

» Le poids du résidu obtenu avec le sulfate ferrique est moins grand que dans le procédé à la chaux. L'évaluation des boues, recueillies dans les bassins de dépôt, peut se faire au moyen de pompes; elles sont séchées dans

des bassins creusés dans le sol ou dans des appareils mécaniques tels que les filtres-presses.

» Après dessiccation, ces boues, qui renferment des produits utilisables peuvent être écoulées complètement, ce qui est indispensable pour permettre un fonctionnement régulier et continu. Ces résidus renferment, en effet, des matières azotées que l'on peut séparer par un traitement convenable et écouler alors dans le commerce.

» Voici la composition moyenne des boues d'épuration de l'eau de l'Espierre par le sulfate ferrique, après dessiccation sur le sol, obtenues à l'usine de Grimompont :

Eau	20,90
Résidu minéral (sable, argile, peroxyde de fer).	30,63
Matières grasses	30
Matières organiques azotées	18,47
	100,00

» En traitant ce produit par le sulfure de carbone, on enlève la matière grasse qu'il renferme et il reste une poudrette azotée, à 3 pour 100 d'azote environ, que nous pensons pouvoir écouler en agriculture.

» Quant à la graisse ainsi obtenue, il est à remarquer que sa composition est assez différente de celle de la graisse extraite directement des eaux de lavage des laines; elle renferme en effet, outre la graisse de la laine, les matières grasses des savons et les graisses ménagères qui l'améliorent sensiblement. Cette graisse, épurée par une distillation dans la vapeur d'eau surchauffée, se fractionne en une série de produits qui pourront être utilisés en partie en stéarinerie, en partie en savonnerie, en partie comme huile de graissage, etc.

» La quantité de sulfate ferrique à employer pour épurer l'eau de l'Espierre est très variable. Cependant on n'a jamais dépassé 1^{kg} par mètre cube avec des eaux fort chargées. Il en faut souvent beaucoup moins.

» En résumé, avec le sulfate ferrique il est possible d'épurer convenablement et d'une façon continue de grands volumes d'eau d'égouts; on peut en outre se débarrasser régulièrement des boues que fournit l'opération et obtenir, dans leur traitement, des produits susceptibles d'être mis en valeur, de façon à couvrir une partie et peut-être même la totalité des frais de l'épuration. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Expériences sur le pain et le biscuit.* Note de M. BALLAND.

» 1. D'après nos expériences, la température intérieure du pain sortant du four a toujours été comprise entre 97° et 100°; elle n'a jamais dépassé 100°, même lorsqu'on portait à quarante minutes le temps de la cuisson, qui est généralement de trente minutes. Cette température baisse progressivement, et ce n'est qu'après cinq à six heures qu'un pain de 1^{kg} a pris la température du milieu ambiant.

» 2. La mie renferme ordinairement 38 à 49 pour 100 d'eau, et la croûte 16 à 25 pour 100 : il en résulte qu'au point de vue alimentaire, 100^{gr} de croûte représentent assez exactement 135^{gr} de mie.

» 3. Il n'y a pas de relations entre les quantités d'eau contenues dans la mie et dans la croûte des pains de même poids et de même forme.

» La proportion d'eau contenue dans la mie et dans la croûte est indépendante du poids du pain et de sa forme; elle peut atteindre dans les deux cas un écart de 9 à 11 pour 100. Pour la mie, l'écart vient de la quantité d'eau (variable, comme on le sait) prise par la farine pendant le travail de la pâte : quelques minutes de plus ou de moins dans un four plus ou moins chauffé ont, pour la mie, moins d'importance que ne l'admet Rivot (¹), mais, pour la croûte, il en est autrement.

» 4. Il n'est pas indifférent de prendre telle partie du pain pour évaluer sa teneur en eau. Avec les pains ronds, on peut, à la rigueur, comme le conseille Millon (²), opérer sur un segment de 150^{gr} allant, à angle aigu, du centre du pain à la circonférence; mais il est préférable, comme pour tous les pains, de les partager en deux ou quatre parties aussi symétriques que possible et d'opérer la dessiccation sur la moitié ou le quart. C'est sans doute en opérant différemment que plusieurs auteurs ont trouvé dans certains pains jusqu'à 48 et 50 pour 100 d'eau, c'est-à-dire autant que dans la mie la plus hydratée.

» 5. Le degré d'hydratation d'un pain est en rapport direct avec la

---

(¹) *Note sur l'examen des farines et des pains* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1856).

(²) *De la proportion d'eau et de ligneux contenue dans le blé et dans ses principaux produits* (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 1849).

forme de ce pain : un pain rond de 1500gr contient 39 pour 100 d'eau, alors qu'un pain rond de 750gr, obtenu avec la même pâte, n'en contient que 35 pour 100 et qu'un pain long du même poids (longueur, $0^m,50$) n'en renferme que 33 à 34 pour 100. A poids égal, il y a donc avantage à avoir des pains riches en croûte : en remplaçant le pain de munition de 1500gr (deux rations) par deux pains de 750gr à une ration, et en adoptant de préférence la forme longue, on aurait, avec les mêmes farines, un *pain de repas* pour l'armée supérieur, à tous les points de vue, au pain actuel.

» 6. L'eau contenue dans le biscuit de troupe, d'après de très nombreuses observations, est comprise, suivant la saison, entre 11 et 14 pour 100. Elle s'y trouve uniformément répartie : il n'y a pas de différence entre les parties internes et la croûte extérieure détachée sur une épaisseur de 2mm à 3mm.

» 7. Le pain sortant du four, mis en lieu sec et suffisamment aéré, se dessèche lentement, jusqu'à ce qu'il arrive à ne retenir que 12 à 14 pour 100 d'eau, c'est-à-dire à n'avoir que la quantité d'eau normalement contenue dans le blé et les farines. Le temps de la dessiccation, qui est de trente à quarante jours pour des pains de 750gr, n'est plus que de huit à dix jours pour des petits pains longs de 70gr à 100gr. Ces derniers, après dessiccation spontanée à l'air libre, ne contiennent pas plus d'eau que le biscuit de troupe ordinaire et sont susceptibles d'une aussi longue conservation. Ils trempent dans l'eau le thé, le café, le lait et le bouillon mieux que le *pain de soupe* ordinaire du soldat, et conservent cette propriété pendant de longues années. Ils peuvent prendre, pour ainsi dire instantanément, cinq à six fois leur poids d'eau, alors que le biscuit en prend à peine son poids. J'ai reconnu, après nombre d'essais, qu'on atteint ce résultat avec des pains dont le volume, à poids égal, est sensiblement le double de celui du biscuit (plus exactement, 350cc à 400cc pour 100gr, le volume du biscuit étant de 220cc à 230cc pour 100gr). Les farines doivent être blutées à 30 pour 100; la levure doit être substituée au levain et la fermentation panaire aussi régulière que possible. Pour éviter que le pain ne se fendille, la température du four sera peu élevée, afin d'avoir une croûte plutôt molle que trop dure; de plus, le pain sera laissé, pendant le premier jour, dans un local modérément chauffé avant d'être exposé à la température de l'air extérieur.

» On a ainsi un véritable *pain de réserve*, incontestablement supérieur à tous les biscuits, et dont on pourrait assurer le renouvellement en le sub-

stituant, à raison de 200^{gr} par jour, aux 250^{gr} de *pain de soupe* alloués aujourd'hui à chaque soldat avec les 750^{gr} de *pain de repas*.

» Pour favoriser l'emmagasinage, il semble que l'on puisse obtenir des pains de 100^{gr} ayant la forme de cylindres, de prismes triangulaires ou quadrangulaires de 0^{m},50 de longueur, et présentant une surface à peu près lisse, sans fissures, de façon à éviter le passage des insectes. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ptomaines extraites des urines dans l'érysipèle et dans la fièvre puerpérale.* Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Brown-Séquard.

« La méthode qui m'a permis d'extraire les ptomaïnes urinaires dans quelques maladies infectieuses a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 656.

» I. *Érysipèle*. — La ptomaïne qu'on extrait des urines des érysipélateux est une substance blanche qui cristallise en lamelles orthorhombiques, soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline.

» Le bichlorure de mercure produit avec elle un précipité floconneux. Le chlorure de zinc donne avec son chlorhydrate un précipité grenu, partiellement soluble à chaud, mais en se décomposant. Le réactif de Nessler donne un précipité vert. L'acide picrique produit avec cette ptomaïne un précipité jaune, et le picrate ainsi formé est légèrement soluble. Le chlorure d'or donne un précipité jaune, soluble dans l'eau. Cette base est aussi précipitée par les acides phosphomolybdique, phosphotungstique et tannique.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

Substance employée	0^{gr},1239
Volume d'azote	6^{cc},9
Température	13°
Pression barométrique	771^{mm}

Substance employée	0^{gr},1317
CO^2	0,3072
H^2O	0,078

	Trouvé.		Calculé pour $C^{11}H^{13}AzO^3$.
	I.	II.	
Carbone	63,60	»	63,76
Hydrogène	6,57	»	6,28
Azote	»	6,64	6,76
Oxygène	»	»	23,20

» Ces résultats assignent la formule $C^{14}H^{13}AzO^{3}$ à cette ptomaïne.

» Cette base est très toxique; elle produit une forte fièvre, et la mort dans les dix-huit heures.

» Je n'ai pas déterminé si le *Micrococcus erysipelatis* de Fehleisen [1] produit la même ptomaïne quand il a grandi dans les tubes de gélatine à 20°.

» Cette ptomaïne, que j'ai nommée l'*érysipéline*, ne se rencontre pas dans les urines normales; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie.

» II. Fièvre puerpérale. — La ptomaïne qu'on extrait des urines est ici une substance blanche, cristalline, soluble dans l'eau, à réaction alcaline.

» Elle forme un chlorhydrate et un chloraurate cristallisés. Elle est précipitée en rouge par l'acide tannique, en jaune par l'acide picrique, en blanc brunâtre par l'acide phosphomolybdique. Elle est aussi précipitée par le réactif de Nessler.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

Substance employée	$0^{gr},2332$
Volume d'azote	$9^{cc},5$
Pression barométrique	$758^{mm},5$
Température	17°
Substance employée	$0^{gr},1187$
CO^2	0,3471
H^2O	0,063

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^{22}H^{19}AzO^{2}$.
Carbone	79,76	»	80,24
Hydrogène	5,90	»	5,77
Azote	»	4,79	4,25
Oxygène	»	»	9,74

» Ces résultats répondent pour cette ptomaïne à la formule $C^{22}H^{19}AzO^{2}$.

» Cette ptomaïne est très toxique. Administrée à un chien, elle produit la mort en douze heures [2].

---

[1] Voir Fehleisen, *Die Aetiologie des Erysipels* (1883); Cornil et Babès, *Les Bactéries* (1887).

[2] Touchant le traitement, etc., dans les cas de fièvre puerpérale, *voir* l'important Mémoire de M. Pasteur, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, t. IX; 1880.

» Cette ptomaïne ne se rencontre pas dans les urines normales ; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hermérythrine : pigment respiratoire contenu dans le sang de certains Vers.* Note de M. A.-B. GRIFFITHS.

« Il y a dans le sang de *Sipunculus* et de *Phascoloma* un pigment rouge, qui possède les propriétés respiratoires. Le sang artériel de *Sipunculus* est rouge pendant que le sang veineux est brun. Ce pigment, nommé *hermérythrine* par Krukenberg, ne présente pas de bande d'absorption; et quoique l'hermérythrine contienne du fer, elle n'est pas alliée à l'hémoglobine, car elle n'est pas apte à donner des cristaux d'hémine.

» J'ai déterminé la composition approchée de l'hermérythrine; et la méthode qui m'a permis d'extraire ce pigment respiratoire du sang de *Sipunculus* a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 840.

» La moyenne de trois analyses m'a conduit à la formule brute

$$C^{427}H^{761}Az^{135}FeS^{2}O^{153}.$$

» Ce pigment existe à deux états, à l'état d'oxyhermérythrine (hermérythrine), chargée d'oxygène actif, et d'hermérythrine réduite (l'hermérythrogène de Krukenberg), ou dénuée d'oxygène actif.

» La moyenne de deux analyses des cendres du sang des *Sipunculus* a donné les résultats suivants :

Fe^2O^3	0,13
CaO	3,00
MgO	1,65
K^2O	5,02
Na^2O	44,31
P^2O^5	4,78
SO^3	2,86
Cl	38,25

» Il résulte de nos études sur les pigments respiratoires du sang des Invertébrés qu'il y a au moins quatre pigments respiratoires contenant du fer dans leurs molécules :

(α)	L'échinochrome	$C^{102}H^{99}Az^{12}FeS^{2}O^{12}$,
(β)	L'hermérythrine	$C^{427}H^{761}Az^{135}FeS^{2}O^{153}$,
(γ)	La chlorocruorine	$C^{560}H^{845}Az^{143}FeS^{3}O^{167}$,
(δ)	L'hémoglobine	$C^{600}H^{960}Az^{154}FeS^{3}O^{179}$;

et le nombre des atomes dans les molécules augmente quand on passe des pigments respiratoires des Invertébrés inférieurs à ceux des Invertébrés supérieurs, et la stabilité de ces pigments paraît décroître quand le poids moléculaire augmente. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie du squelette des Étoiles de mer.* Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« A l'occasion de la description des 78 espèces recueillies par les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman*, j'ai repris l'étude du squelette des Étoiles de mer et j'espère être parvenu à montrer comment les diverses formes qu'il présente peuvent être reliées entre elles par une série de gradations.

» 1° *Squelette des bras.* — Le squelette des bras des *Hymenodiscus*, réduit aux plaques ambulacraires, aux adambulacraires et à quelques petites pièces latérales situées à la base des bras, est trop réduit pour fournir un point de départ de quelque importance. Ce point de départ nous est donné par les *Brisinga* et les *Odinia* où le squelette des bras conserve les mêmes parties que chez les *Hymenodiscus*, mais se complique d'une série d'arceaux de plaques calcaires qui vont, du côté dorsal, d'une plaque adambulacraire à sa symétrique et sont limités d'ailleurs à la partie génitale des bras. Toutes les adambulacraires ne sont pas en rapport avec un arceau; les adambulacraires munies d'arceaux peuvent être séparées par deux (*Odinia*) ou par une pièce sans arceau (*Brisinga*). Dans chaque arceau les deux pièces en contact avec les adambulacraires portent chacune un long piquant; elles persistent sur toute la longueur des bras, alors que tout le reste de l'arceau a disparu; elles ont donc une importance morphologique particulière et peuvent être désignées sous le nom d'*initiales d'arceau*. Déjà chez quelques *Brisinga* (*B. hirsuta*) un *arceau secondaire* vient s'intercaler entre les *arceaux principaux* que nous venons de décrire; ces arceaux secondaires n'atteignent pas les adambulacraires et sont, par conséquent, dépourvus d'initiales. Des arceaux analogues sont encore reconnaissables chez la *Fryella Edwardsi*, remplacés par une mosaïque serrée de petites plaques polygonales, mais les initiales demeurent distinctes; chez la *F. spinosa*, ils sont de deux en deux adambulacraires; c'est seulement chez la *F. sexradiata*, de 4060^{m} de profondeur, qu'on n'en retrouve plus aucune indication.

» Les arceaux des *Labidiaster* se répètent de deux en deux plaques

adambulacraires, comme chez les *Brisinga*, mais ils sont unis entre eux par cinq séries longitudinales des petites plaques, ce qui donne au squelette des bras une structure réticulée. En outre, la troisième et la cinquième plaque de chaque arceau se distinguent par une forme particulière des autres plaques; on peut les désigner sous les noms de *marginale ventrale* et de *marginale dorsale;* tandis que la septième plaque, qui occupe la ligne médiane dorsale des bras, également différente de ses voisines, peut recevoir le nom de *carinale*. Ce sont là les pièces fondamentales du squelette des bras des Étoiles de mer. En outre, nous appellerons *ventro-latérales* les pièces comprises entre les adambulacraires et les marginales ventrales; *intercalaires* les pièces comprises entre les marginales ventrales et les marginales dorsales; *dorso-latérales* celles qui unissent les marginales dorsales aux carinales; *réticulaires* les pièces en séries longitudinales ou obliques qui vont d'un arceau à l'autre. Pour plus de brièveté, nous appellerons *arceaux ventraux* les séries transversales que forment les ventro-latérales, et *arceaux dorsaux* les séries transversales qui forment les *dorso-latérales*.

» Toutes les modifications de forme que présente les corps des Étoiles de mer, abstraction faite du nombre des bras, dépendent uniquement du développement relatif et des rapports numériques de ces divers systèmes de plaques. Lorsque les arceaux ventraux et les arceaux dorsaux demeurent constitués de la même façon, de la base au sommet des bras, les bras, de forme cylindrique ou conique, sont nettement distincts du disque qui est sensiblement circulaire; ils sont assez souvent en nombre supérieur à cinq (Brisingidæ, Heliasteridæ, *Coronaster, Pycnopodia, Coscinasterias, Acanthaster, Crossater, Solaster, Myxaster,* nombreuses *Linckia* et *Luidia*); c'est surtout parmi ces formes que l'on observe la scissiparité (*Lytaster, Polyasterius, Namaster, Linckia*). Le nombre des bras augmente même parfois avec l'âge (*Labidiaster*). Lorsque les arceaux ventraux et les arceaux dorsaux sont plus développés à la base qu'au sommet des bras, le nombre des bras se fixe très généralement à cinq; la scissiparité disparaît (sauf chez l'*Asterina cephea*); le disque est insensiblement amené à prendre la forme pentagonale (*Pentagonaster, Stephanaster, Culcita*). D'après le mode de constitution du squelette superficiel, j'ai divisé (1884) les Étoiles de mer vivantes en cinq ordres : ceux des Forcipulata, des Spinulosa, des Velata, des Paxillosa et des Valvata. C'est presque exclusivement dans les deux derniers ordres que l'on rencontre les formes pentagonales; tandis que s'effacent les rapports numériques des parties du squelette, nous les consi-

dérons, en conséquence, comme les plus modifiés. Dans l'étendue presque entière de l'ordre des *Forcipulata* les carinales, les arceaux dorsaux, les marginales et les arceaux ventraux demeurent en même nombre; mais ces parties ne se répètent que de deux en deux ou même de quatre en quatre adambulacraires (*Coronaster*). Quand les réticulaires s'accroissent inégalement elles déforment les arceaux et transforment le squelette en un réseau d'apparence irrégulière (*Lytaster*, *Diplasterias*, etc.).

» Dans les autres ordres, les marginales ont une tendance plus ou moins accusée à se développer plus que toutes les autres places; elles séparent, sur chaque bras, une région ventrale et une région dorsale d'autant plus nettes que le corps s'aplatit et que sa face ventrale porte tout entière sur le sol. Cette importante modification est réalisée d'une manière presque constante et complète chez les Paxillosa, dans quatre familles sur cinq des Valvata; elle se prépare pour ainsi dire chez les Spinulosa, les Velata et dans la famille des Linckiidæ. Dans tous ces ordres, le nombre des arceaux ventraux est d'ordinaire le même que celui des adambulacraires; les arceaux dorsaux sont aussi en même nombre que les carinales, abstraction faite des réticulaires. Mais quatre autres cas peuvent se présenter : 1° les adambulacraires, les marginales et les carinales sont en même nombre (Asterininæ); 2° les adambulacraires et les marginales sont en même nombre; le nombre des carinales est différent (*Lindia, Ctenodiscus, Goniopecten,* la plupart des *Dytaster*); 3° les adambulacraires sont en nombre moindre que les marginales et les carinales (quelques *Dytaster*); 4° les adambulacraires sont plus nombreuses que les marginales et les carinales, elles-mêmes en nombre différent (Echinasteridæ, Ganeriinæ, Pararchasteridæ, *Pontaster, Psilaster, Craspidater,* Porcellanasteridæ, Astropectininæ, Valvata, sauf les Linkiidæ). Il suit de ces données que c'est seulement dans les deux ordres des Paxillosa et des Velata que la dissociation des arceaux squelettiques arrive à être complète par suite d'un excès de croissance des marginales. Il est donc permis de regarder le squelette des bras des Étoiles de mer comme initialement formé de segments successifs. Les recherches embryogéniques récentes de Bury (1889) ont montré, d'autre part, que les plaques fondamentales du squelette du disque apparaissent elles-mêmes comme si elles appartenaient à cinq segments ou métamérides distincts. La parenté tant de fois signalée des Échinodermes et des Vers segmentés peut trouver dans ces faits un nouvel appui.

» 2° *Squelette du disque*. — Les observations de Lovén, Percy Sladen, Fewkes et les miennes propres ont bien établi qu'il était souvent possible

de retrouver sur le disque des Étoiles de mer adultes les équivalents des pièces du calice des Crinoïdes. Ces *pièces calicinales* sont des points fixes autour desquels se développent les pièces accessoires, ou *pièces discinales*, dont la considération m'a permis d'introduire dans la description des Étoiles de mer une précision particulière. »

BOTANIQUE. — *Sur l'appareil sécréteur des* Copaifera. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« On connaît depuis longtemps, au nombre des produits de sécrétion fournis par quelques Légumineuses exotiques et désignés sous le nom de *Baumes*, celui qu'on retire de la tige des *Copaifera*. Parmi les auteurs qui en ont recherché l'origine, les uns admettent, avec Karsten [1] et M. Tschirch [2], qu'il s'accumule dans des cavités formées par destruction des tissus ligneux; les autres, avec Berg et Schmidt [3], semblent croire qu'il est contenu dans les vaisseaux du bois.

» Les recherches que j'ai pu faire sur toutes les parties de la plante, à l'aide de matériaux frais ou convenablement préparés pour l'étude histologique, m'ont montré que la structure et le mode de développement de l'appareil sécréteur des *Copaifera* sont restés méconnus et que, de plus, par l'ensemble de ses caractères, cet appareil constitue un type tout spécial.

» Il se rencontre dans tous les membres de la plante : racine, tige et feuille, mais sous des formes différentes.

» 1. Dans les tissus primaires, tels que l'écorce de la tige, la moelle de la tige et de la racine, ainsi que la feuille, ce sont des poches de longueur variable, sur lesquelles je n'insisterai pas ici; dans le bois secondaire de la tige et de la racine, ce sont, au contraire, des canaux anastomosés et fusionnés, de grosseur variable, qui occupent en grand nombre la partie interne de chaque zone d'accroissement, ou couche ligneuse, et s'étendent dans toute sa longueur.

---

(1) H. Karsten, *Ueber die Entstehung des Harzes, Wachses, Gummis und Schleims* (*Bot. Zeit.*, p. 313; 1857).

(2) A. Tschirch, *Angewandte Pflanzenanatomie*, p. 514; 1889.

(3) O.-C. Berg et C.-F. Schmidt, *Darstellung und Beschreibung sammtlicher in der Pharmacopœa Borussica aufgeführten offizinellen Gewächse*, t. I, pl. VI; 1863.

» Si, dans l'écorce et la moelle, ces réservoirs ressemblent à ceux de beaucoup d'autres plantes par leurs caractères morphologiques, et en particulier par la spécialisation de leurs cellules de bordure, il n'en est plus de même dans le bois, qui seul est important à considérer au point de vue de l'extraction de l'oléorésine.

» D'abord, nous venons de voir qu'ils forment un réseau à mailles irrégulières, souvent fort étroites, dont il n'existe pas d'analogue chez les plantes, telles que les Conifères, dont le bois peut renfermer des canaux sécréteurs. En outre, ces anastomoses qui, dans un même membre, relient les canaux des diverses régions, chez les Ombellifères, Térébinthacées, etc., anastomoses bien connues depuis les recherches de M. Trécul, ne rappellent que de loin la fusion des cavités sécrétrices dans le bois des *Copaifera*. Ces dernières ressemblent plutôt aux laticifères des Chicoracées, Papavéracées, etc.; mais l'analogie n'existe qu'au point de vue de la forme réticulée de l'appareil sécréteur.

» 2. En effet, leur origine est toute différente de celle des laticifères, car elles naissent de très bonne heure, sous forme de méats, dans le méristème qui produit les tissus des régions qu'elles devront occuper. Elles constituent donc des réservoirs schizogènes, aussi bien dans le bois que dans les autres régions; elles ne se forment pas, comme on l'a dit, par destruction des tissus.

» Pour donner un canal dans le bois, le méat, qui se forme d'abord entre quatre cellules cambiales, s'agrandit par écartement et dissociation des autres cellules cambiales voisines des premières; de sorte que la bordure du canal ne provient pas, comme à l'ordinaire, de divisions radiales plus ou moins répétées dans les quatre cellules primitives. En outre, pendant que le canal prend très rapidement dans la région cambiale, là où commence la lignification des tissus du bois, le diamètre qu'il conservera pendant des années, ses cellules de bordure revêtent jusqu'à un certain point les caractères des tissus immédiatement adjacents : courtes au contact des éléments du parenchyme ligneux, elles s'allongent quand elles touchent aux cellules des rayons médullaires ou aux fibres ligneuses.

» Chez les autres plantes, on remarque en général qu'à la spécialisation physiologique des cellules formant l'épithelium sécréteur des canaux, correspond une spécialisation anatomique évidente. Toutefois, cette dernière peut, chez un même individu, se manifester à des degrés inégaux suivant l'organe considéré. Le même fait se retrouve chez les *Copaifera*, où les cellules de bordure des réservoirs sécréteurs, très nettement indivi-

dualisées dans la feuille et dans le parenchyme cortical, le sont souvent moins dans la moelle de la racine surtout, et beaucoup moins encore dans le bois de la tige et de la racine. On peut dire que, sous le rapport de la spécialisation anatomique, le réseau sécréteur du bois des *Copaifera*, comparé aux autres plantes pourvues de canaux sécréteurs, occupe le dernier degré de l'échelle.

» Pendant qu'ils se développent dans la région cambiale, les canaux se mettent en communication les uns avec les autres, pour donner le réseau signalé dans chaque zone d'accroissement du corps ligneux ; en outre, un certain nombre d'anastomoses se produisent d'une zone à l'autre au niveau de l'insertion des branches.

» A en juger par certains faits signalés par les auteurs à propos des tiges âgées, il paraît se faire aussi, dans ces dernières, de grandes cavités dues à une destruction des tissus ligneux, comme on l'observe aussi parfois chez quelques Conifères.

» Mais, sans faire intervenir la présence de ces grandes cavités que je n'ai pas eu l'occasion d'observer, si l'on envisage l'appareil sécréteur qui vient d'être décrit au point de vue de la facilité avec laquelle les couches ligneuses peuvent laisser s'échapper par une entaille, leur produit de sécrétion, on conviendra qu'en raison des anastomoses des canaux qui mettent en relation étroite toutes les parties du système sécréteur dans l'axe et ses ramifications, il n'en est pas de mieux ni même d'aussi bien conformé.

» A ces divers titres, il méritait, je crois, d'être signalé, d'autant qu'il représente, à ma connaissance, le premier exemple d'appareil sécréteur schizogène dans le bois des Légumineuses. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur la sexualité et la castration parasitaire*. Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai observé attentivement, cette année, le développement variable des rudiments staminaux chez les fleurs femelles du *Lychnis diurna* et *vespertina*, et les particularités du développement de l'*Ustilago Vaillantii* dans les étamines rudimentaires des fleurs stériles du *Muscari comosum*.

» I. A la suite de la Communication de M. Vuillemin (*Comptes rendus*, 9 novembre 1891), rappelant l'existence déjà constatée depuis longtemps

de rudiments staminaux plus ou moins développés dans les fleurs femelles du *Lychnis dioica,* j'ai cherché pourquoi ces organes, que j'avais observés si nettement et décrits avec leurs variations de grandeur dans les fleurs femelles du *L. diurna*, m'avaient échappé lors de mes recherches sur le polymorphisme floral du *L. vespertina*. Or l'examen que je viens de faire d'un grand nombre de pieds de cette dernière espèce, dans la localité même où mes premières observations avaient eu lieu, m'ont donné des résultats très variables : le plus souvent, les rudiments ont été trouvés à peine distincts, même dans le bouton; moins fréquemment, les ai-je vus tels que M. Vuillemin les a décrits; jamais je ne les ai observés avec le développement que j'avais constaté sur des centaines de pieds et que j'ai figuré pour le *L. diurna*.

On peut expliquer ces différences par des variations locales des races régionales, hypothèse justifiée par ce fait que les mêmes différences se sont présentées chez le *L. diurna;* ayant observé les rudiments staminaux très développés dans de nombreux pieds de cette espèce, lors de mes premières recherches, j'ai été surpris de ne rencontrer plus tard, dans une autre localité, que des fleurs où ces rudiments avaient un développement beaucoup moindre; Warming signale du reste l'inégalité de la fréquence de la triœcie, de la diœcie et de la monœcie, suivant les contrées; ce sont là des variations dignes d'être notées, car elles peuvent expliquer les divergences, ou les omissions, relevées sur ce sujet, chez les différents observateurs.

» II. Dans la même Note, M. Vuillemin a décrit très exactement le développement de l'*Ustilago antherarum* dans les rudiments staminaux des fleurs femelles du *Lychnis vespertina;* la Note que j'ai adressée à l'Académie, à la suite de cette Communication, m'a donné l'occasion, d'abord, d'affirmer la présence de semblables rudiments dans les fleurs stériles de la houppe du *Muscari comosum,* puis, d'émettre l'hypothèse que le développement du parasite (les spores de l'*Ustilago Vaillantii*) devait s'y faire d'une manière analogue à celle qui a été décrite par M. Vuillemin chez le *L. dioica;* j'ai pu vérifier, cette année, qu'il en est bien ainsi.

» Les fleurs stériles du Muscari à toupet possèdent, en effet, des rudiments staminaux inégalement développés, suivant que ces fleurs sont plus ou moins rapprochées du sommet de l'inflorescence; chez les fleurs stériles les plus voisines des fleurs complètes, les appendices sont bien visibles à l'œil nu et, à la loupe ou au microscope, on y reconnaît faci-

lement un filet assez long avec faisceau vasculaire, des sacs polliniques, des grains de pollen atrophiés, enfin des cellules à *raphides* d'oxalate de chaux, qui rappellent les grandes cellules *à mâcles* signalées par M. Vuillemin dans les anthères rudimentaires du *Lychnis;* chez les fleurs moins développées, situées plus près du sommet de la houppe, ces appendices sont encore plus atrophiés; ils finissent par se réduire à de minces languettes blanchâtres, constituées par la paroi de l'anthère et dépourvues de contenu; enfin, les fleurs les plus centrales n'ont pas trace appréciable de ces rudiments.

» De plus, j'ai remarqué, chez les quelques pieds parasités que j'ai pu examiner, que toutes les fleurs qui correspondent à la houppe des pieds sains ne contenaient pas ces anthères remplies par les spores d'*Ustilago;* ce sont les fleurs les plus extérieures, celles précisément qui correspondent aux fleurs munies de rudiments staminaux dans la plante saine, chez lesquelles les anthères se sont développées sous l'influence du parasite; les plus centrales en sont généralement dépourvues, parce qu'elles correspondent, probablement, à des fleurs ne possédant pas, primitivement, d'étamines rudimentaires.

» Ainsi, dans les deux cas connus jusqu'ici, croyons-nous, de castration androgène, le processus est absolument identique : le parasite provoque seulement l'agrandissement des parties accessoires, atrophiées, mais préexistantes de l'organe mâle ; mais le cas du *Muscari comosum* est particulièrement intéressant, et c'est pourquoi j'ai cru devoir y revenir dans cette Note, parce que la plante saine, portant les trois types de fleurs, fleurs à étamines bien conformées, fleurs à étamines rudimentaires et fleurs sans trace de ces organes, il est facile de se rendre compte du rôle véritable du parasite dans le développement des anthères chez les fleurs stériles.

» Le parasite agit d'une manière analogue sur l'organe femelle ; celui-ci n'est ordinairement représenté dans les fleurs stériles, même dans les plus extérieures de la houppe, que par un petit mamelon ovarien, subissant, comme les rudiments staminaux, une réduction de plus en plus prononcée à mesure qu'on se rapproche du sommet de l'inflorescence. Sous l'excitation du parasite, ce mamelon grossit plus ou moins, mais ne produit jamais d'ovules.

» Parmi les autres phénomènes observés, je me bornerai à mentionner une déformation extrêmement curieuse, mais très rare, de l'inflorescence, consistant en une élongation avec épaississement de l'axe et des pédicelles floraux, comparable, à certains égards, à certaines déformations que j'ai

signalées ailleurs sur des Euphorbes châtrées par l'*Œcidium* de l'*Uromyces Pisi* (1). »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Cause possible de la gémination des canaux de Mars; imitation expérimentale du phénomène.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Parmi les particularités si nombreuses dont l'observation de la planète Mars a procuré la découverte, l'une des plus singulières est sans doute la *gémination* dont les canaux martiaux sont de temps en temps le théâtre. L'illustre M. Schiaparelli n'a pas assez d'expressions admiratives pour rendre l'étonnement que ce dédoublement lui a causé et les autres aréographes, comme M. Perrotin (de Nice) et M. Terby (de Louvain) en même temps qu'ils constatent la difficulté qu'ils ont eue à contrôler définitivement le fait en question, sont d'accord pour le regarder comme essentiellement différent de tous les phénomènes terrestres.

» Depuis 1882, époque à laquelle le Directeur de l'Observatoire de Milan a publié son Mémoire, on a tenté des explications aussi nombreuses que variées.

» Quelques auteurs, comme M. Boë (d'Anvers), refusant toute réalité objective à la gémination, pensent qu'elle constitue une illusion résultant de la fatigue des yeux.

» D'autres croient, au contraire, que le dédoublement a lieu en effet : M. Daubrée y voit des fentes profondes de l'écorce planétaire, s'élargissant sous l'influence d'un gonflement général subi par le globe de Mars; M. Fizeau compare les canaux géminés à des crevasses glaciaires rappelant en grand celles de l'*inlandsis* groëlandais; pour M. Proctor ce sont des fleuves gelés, couverts de neige qui aux printemps fond sur les bords et les rend noirs pendant que la région médiane reste blanche, etc.

» Entre ces deux points de vue opposés, on a émis une interprétation d'ailleurs très compliquée, fondée sur l'hypothèse de phénomènes optiques développés dans l'atmosphère martiale. M. Meisel, astronome de Halle, a indiqué comment la vapeur émanant de canaux simples et prenant au-dessus d'eux, sans qu'on voie d'ailleurs pourquoi, la forme d'un demi-

---

(1) *Bull. scient. du nord de la France,* dirigé par M. Giard, t. XXIII, p. 429; 1891.

cylindre nettement défini pourrait, dans certains cas, amener la duplication des images qui nous parviennent. Dans une toute récente publication, M. Norman Lockyer rattache le dédoublement de deux mers martiales « à des rangées de nuages placées ou plutôt se plaçant longitudinalement » le long du centre de la surface d'eau ».

» Je ne puis qu'éprouver quelque scrupule à venir, après tant d'autres, toucher un problème déclaré insoluble depuis dix ans. Et cependant il me semble que l'explication cherchée est des plus simples, si simple même que, si je me hasarde à exposer mon opinion à son égard, c'est que je l'appuie non seulement sur le raisonnement, mais encore sur une expérience qui procure immédiatement la reproduction artificielle de la gémination. Cette reproduction, comme on va voir, a lieu dans des conditions telles qu'on peut s'étonner qu'au lieu d'être surpris par le phénomène, on n'en ait pas dès l'origine prévu la manifestation.

» Je dessine à l'aide d'un vernis noir, sur une surface métallique polie, une série de lignes et de taches représentant plus ou moins exactement la Carte géographique de Mars, puis je fais tomber sur elle un rayon de soleil ou de tout autre source lumineuse. Je place alors, à quelques millimètres devant la surface métallique et parallèlement à elle, une fine mousseline bien transparente, tendue sur un cadre, et je vois aussitôt toutes les lignes et toutes les taches se dédoubler, se *géminer* par suite de l'apparition, à côté de chacune d'elles, de son ombre, dessinée sur la mousseline par la lumière que le métal a réfléchie.

» La ressemblance de l'effet produit avec la Carte où M. Schiaparelli a synthétisé toutes les géminations observées est des plus saisissantes.

» Or il est facile de reconnaître que les conditions essentielles de notre expérience sont réalisées à la surface de Mars et dans son atmosphère. La lumière solaire frappant le disque planétaire est réfléchie très inégalement suivant les points : beaucoup par les continents; bien moins par les surfaces sombres, mers et canaux. Quand l'atmosphère martiale est limpide, l'inégalité dont il s'agit ne nous est pas sensible; mais si l'océan aérien renferme quelque nappe de brume transparente à une hauteur et avec une opalescence convenables, le contraste y apparaît, comme sur la mousseline, par la production d'ombres qui, pour un œil placé ailleurs que sur le prolongement des rayons reflèchis, reproduisent, à côté de chacune des surfaces peu réfléchissantes, une image pareille à elle. Rappelons que M. Schiaparelli a noté un *aspect de nébulosité* dans les régions qui vont se géminer.

» Ce phénomène d'ombres par réflexion ne peut pas être exclusivement

propre à Mars; il doit nécessairement se développer sur la Terre et sur Vénus; mais c'est seulement à l'égard de Mars que nous sommes bien placés pour l'observer.

» Il ne saurait se développer dans la Lune faute d'atmosphère, et réciproquement son absence peut compter comme une nouvelle preuve de la disparition de l'enveloppe gazeuse de notre satellite.

» M. Schiaparelli a noté que lors de la gémination, les deux canaux conjugués ne sont pas toujours parallèles; que parfois l'un est déformé; que certains canaux ne sont dédoublés que dans une partie de leur longueur, etc. Toutes ces particularités et beaucoup d'autres s'expliquent d'elles-mêmes par les irrégularités de la nappe de nébulosité qu'on peut imiter en ondulant la mousseline, ce qui provoque des modifications comparables dans les ombres. Les variations très grandes d'écartement entre les deux termes des géminations s'expliquent de même par la hauteur très variable de la couche où l'ombre peut se dessiner et par l'angle, grand ou petit, sous lequel nous voyons le phénomène; enfin, le déplacement même des canaux qui a été noté, peut être rattaché aux réfractions inégales déterminées par les vapeurs aériennes.

» Tous les observateurs, et spécialement M. Perrotin, ont insisté sur le rôle évident des brumes et des brouillards dans les apparences, très changeantes d'un jour à l'autre, du disque de Mars.

» Je répète que l'extraordinaire simplicité de l'explication que je propose me mettrait en garde contre elle, après les innombrables efforts qu'on a faits pour la trouver, si le contrôle expérimental auquel je l'ai soumise ne me paraissait décisif en sa faveur. »

GÉOLOGIE. — *Dévonien et permocarbonifère de la haute vallée d'Aspe.* Note de M. **J. Seunes**, présentée par M. Fouqué.

« La puissante formation calcaréo-schisteuse et gréseuse, plissée en une voûte dont la retombée sud est plus brusque que celle du nord, et à travers laquelle est ouvert le défilé du fort du Portalet (nord d'Urdos), se compose de bas en haut :

» α. Calcaires à Polypiers grisâtres, gris noirâtre, noirs, parfois blancs, souvent dolomitiques et sans stratification apparente, traversés en plusieurs points par des filons de porphyre euritique, notamment sous le fort du Portalet et entre le fort et le pont de Sebers (rive gauche du gave d'Aspe).

On y trouve par places de nombreux Polypiers paléozoïques : *Alveolites*, *Favosites*, *Cyathophyllum*; des articles d'Encrines, des Gastéropodes ind., etc.

» β. *Flanc nord du bombement*. — Alternance de schistes, calcschistes parfois amygdalins et de calcaires violacés, rougeâtres, et de calcaires gris, noirs et veinés de calcite. Cette formation est également traversée par des filons de porphyre euritique (rive droite du gave d'Aspe, environs du pont de Sebers).

» Les calcaires comprennent :

» *Goniatites* (*Glyphoceras*) *crenistriata*, Phil.; *Goniatites* (*Prolecanites*) *Henslowi*, Sow.; *Phillipsia Brongniarti*, Fisch. (Pygidium); *Orthoceras*, articles d'Encrines, Polypiers, etc.

» Les bancs de la retombée sud du bombement (Pont d'Urdos) formés par place de calcaires subamygdalins, rougeâtres, rosés et jaunâtres m'ont fourni :

Goniatites (*Glyphoceras*) *crenistriata*, Phil.; *Poteriocrinus* (af.) *minutus*, *Rœm.* (calice et articles), *Cyatophyllum*, etc.

» Il est incontestable que cette faune, analogue à celle que M. C. Barrois a signalée dans les *griottes* des Asturies et à celle que M. Holzapfel a fait connaître à la base des calcaires d'Erdbah, permet de classer les calcaires β dans l'anthracifère.

» γ. *Grès et schistes du houiller recouvrant normalement la formation* β. — Les grès sont micacés, violacés, gris verdâtre et noirâtres; les schistes sont généralement noirs, subardoisiers, parfois ardoisiers, rarement charbonneux et prennent souvent un grand développement au milieu des grès. Les rares empreintes végétales qu'on rencontre sont toujours mal conservées; M. Zeiller, qui a bien voulu les examiner, a reconnu : *Calamites Suckowi*, *Pecopteris*.

» Une série de plissement dirigés sensiblement ONO-ESE ramène cette succession : 1° au sud du Portalet, entre le Lazaret et Peillou et entre la Fonderie et le Pas d'Aspe; à la borne kilométrique 118^{km},6, un moule de Céphalopode que je rapporte au *Goniatites* (*Brancoras*) *ornatissimum* de Koninck (Holzapfel, *loc. cit.* p. 23, Pl. I).

» 2° Au nord du Portalet, entre Etsaut et Cette-Eygun, et entre Brouca et le Pont-Esquit (défilé d'Accous). Ce dernier affleurement présente quelques particularités du plus haut intérêt. Les calcaires α sont recouverts par une série de calcaires amygdalins présentant tous les caractères li-

thologiques des *griottes* classiques de l'Hérault et des Pyrénées centrales (griottes et marbres de Campon).

» Au sud du Pont-Esquit la retombée nord des calcaires amygdalins, butte par faille contre les calcaires du crétacé supérieur presque verticaux; mais, à l'ouest du Pont-Esquit (coupe relevée au nord-est des Bains de Labérouet, nord de Lescun), ces calcaires amygdalins sont recouverts par les grès et schistes du houiller sur lesquels reposent en discordance les calcaires crétacés plongeant fortement vers le nord. Ici, comme en d'autres points de la région (sud de Lescun), il est donc évident que les calcaires amygdalins, ou *griottes,* occupent stratigraphiquement la place des calcaires β à *goniatites crenistriata* du défilé du fort d'Urdos et doivent être classés dans l'anthracifère.

» J'ai trouvé dans les *griottes* en question deux nodules amygdalins formés par les moules de *Goniatites* (*Glyptroceras*) *crenistriata* Phill.; des bancs de calcaire subamygdalins, gris violacé, intercalés dans ces griottes, m'ont également fourni quelques jeunes exemplaires de la même espèce.

» Il reste à rechercher quel est l'âge des *Calcaires à polypiers* α. Une coupe relevée à la frontière, au fond de la vallée du ruisseau de Labadie (sud de Lescun) montre la succession suivante, du sud au nord (les bancs plongent tous vers le nord) :

» 1° Calcaires noirs, veinés de calcites, rocailleux; buttent au sud contre les schistes rouges et verdâtres du permien.

» 2° Schistes surmontés de calcaires d'aspect grauwackeux, rougeâtres par places; cette coloration est due à l'oxydation de sel de fer.

» 3° Schistes noirs, entremêlés par places de bancs calcaires.

» 4° Calcaire schisteux, noir, se débitant en rocailles irrégulières, pétri par places de fossiles et principalement de polypiers :

» *Cyathophyllum cespitosum* Gold.; polypiers paléozoïques; *Athyris concentrica* de Buch; *Atrypa reticularis* L.; *Spirifer Verneuili* Murch. (nombreux), etc.

» 5° *Calcaire compact à polypiers* (= calcaire α); masse calcaire formant le fond de la vallée du ruisseau de Labadie :

» *Alvéolites, Favosites, Cyathophyllum,* articles d'Encrines, etc.

» 6° Assises calcaires et schisteuses β à *Goniatites crenistriata.* Ne s'observent que sur les flancs de la vallée du ruisseau de Labadie.

» 7. Grès et schistes du Houiller.

» 8. Schistes rouges et verdâtres du permien. Ne s'observent que du côté droit de la vallée.

» La faune des calcaires schisteux n° 4 à *Spirifer Verneuili,* appartient au dévonien supérieur (Frasnien) = niveau des Calcaires de Candas (As-

turies). C'est la première fois, ce me semble, que cette faune est signalée dans les Pyrénées.

En résumé, la succession des terrains paléozoïques de la vallée d'Aspe et de la région de Lescun est la suivante :

Permien..........	Schistes rouges et verdâtres.
Houiller..........	Grès et schistes à *Calamites Suckowi.*
Anthracifère......	Calcaires violacés et noirs, et schistes ou griottes, à *Goniatites crenistriata.*
Famennien........	Calcaires à Polypiers.
Frasnien..........	Calcaires schisteux à *Spirifer Verneuili.*
Cifélien	Schistes et calcaires.
Coblentzien.......	Schistes et calcaires rouges et grauwackeux par places de La Marie (sud-ouest de Lescun) à *Spirifer Pellicoi.* Ni les couches dévoniennes inférieures au coblentzien, ni celles du silunien n'affleurent dans la région. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résumé succinct des résultats du voyage du transport-aviso la* Manche *en Islande, à Jan Mayen et au Spitzberg pendant l'été de* 1892. Note de M. le commandant **Bienaimé**, présentée par M. A. Milne-Edwards ([1]).

« Le Ministre de la Marine avait bien voulu décider, sur la demande de M. le Ministre de l'Instruction publique, que la *Manche*, chargée de la surveillance de la pêche en Islande pour l'année 1892, irait à l'île de Jan Mayen où se trouvent les bâtiments construits par la mission scientifique austro-hongroise de 1882-1883 et de là se rendrait au Spitzberg pour faire une reconnaissance de la côte sud-ouest, particulièrement du Bell Sound et de l'Icefjord. L'exploration de ces deux baies présentait un grand intérêt à cause des gisements fossiles qu'elles contiennent et dont nos musées ne possèdent que fort peu d'échantillons.

» La *Manche* qui avait quitté Cherbourg le 2 avril, séjourna en Islande pendant les mois de mai et de juin, passa quelques jours aux Feroë et revint à Leith-Edimbourg le 11 juillet pour se ravitailler. Elle en repartit le 20, ayant à son bord M. le professeur Pouchet, du Muséum; M. le lieutenant de vaisseau Auguste Gratzl; M. Charles Rabot, explorateur; et M. Pettit, licencié ès sciences, adjoint comme préparateur à M. Pouchet.

([1]) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

» Elle séjourna à Jan Mayen le 27 et le 28 juillet, de là fit route vers le Spitzberg où elle arriva le 1er août, au mouillage de la Recherche pour le cinquante-quatrième anniversaire de la mission scientifique française, dont les deux derniers survivants, M. le lieutenant de vaisseau en retraite de Saint-Vulfran et M. Xavier Marmier viennent de disparaître à quelques semaines d'intervalle.

» Après quinze jours d'exploration dans le Bell Sound et l'Icefjord, délai qui lui avait été imposé, et que la saison ne permettait d'ailleurs pas de prolonger, la *Manche* quittait le Spitzberg le 16 août pour rentrer à Tromsö où elle arriva le 19, sa mission terminée.

» Routes suivies. — La reconnaissance de l'île de Jan Mayen est généralement très difficile à cause des glaces qui l'entourent le plus souvent; il était donc sage de ne pas faire route sur elle au hasard et par le chemin direct, mais de se tenir au contraire dans les eaux relativement chaudes pour couper ensuite les zones plus froides en les prenant dans leur plus faible largeur. Cette manœuvre était d'autant plus indiquée que la côte d'Islande avait été exceptionnellement glacée et était restée bloquée à l'est jusqu'au moment où nous l'avons quittée, et qu'il convenait de l'écarter un peu. Cela nous réussit à merveille, les températures de la mer observées par la *Manche* concordèrent d'une manière surprenante avec celles de la Carte de M. Mohn. La même méthode fut observée pour aller de Jan Mayen au Spitzberg dans nos deux traversées telles que nous les avions combinées. Nous ne devions pas et nous n'avons pas, en effet, rencontré de glaces.

» Géographie et Hydrographie. — La reconnaissance de Jan Mayen ne nous a procuré aucun document géographique nouveau; les Cartes dressées par la mission autrichienne sont aussi exactes et complètes qu'on peut le désirer et sont parfaitement suffisantes pour la navigation extrêmement facile de ces parages. La *Manche* a mouillé dans la baie Mary Muss au nord, a fait le tour de l'île et a mouillé dans la baie de Bois flotté au sud, comme elle l'aurait fait dans tout pays bien hydrographié. Il n'en est pas de même au Spitzberg et l'on est tout d'abord frappé du peu d'exactitude des Cartes d'un pays si souvent visité et si facilement abordable. Divers levés ont été exécutés soit sous vapeur pour les grandes étendues de côtes, soit avec une triangulation complète pour les mouillages de la Recherche, dans le Bell Sound, de la baie Advent et la baie de la Manche dans l'Icefjord, soit à la boussole pour la partie de vallée parcourue par MM. Rabot et Lancelin au fond de la Sassen Bay. Les sondes nous ont révélé, à d'assez grandes distances de la côte, des inégalités de fond très singulières et probablement dangereuses, en rapport avec la configuration si violemment accidentée des pays. Les travaux hydrographiques, qui étaient centralisés par M. le lieutenant de vaisseau René de Carfort, aidé de tous les officiers du bord, ont été complétés par une série de photographies faites par M. Lancelin et M. le lieutenant de vaisseau Gratzl et des vues à l'aquarelle exécutées par M. le lieutenant de vaisseau Exelmans.

» Météorologie. — Les observations météorologiques comprennent une série inin-

terrompue d'observations des températures et de l'état hygrométrique de l'air ainsi que des hauteurs barométriques prises avec des instruments enregistreurs comparés chaque jour avec des appareils de précision permettant de les corriger; on a pris en outre la température et la densité de l'eau de mer de surface et quelques températures à des profondeurs croissantes. L'état de l'atmosphère, l'aspect du ciel, la vitesse du vent mesurée avec l'anémomètre Fleuriais, ainsi que la direction, ont été notés avec le plus grand soin. Toutes ces observations ont été surveillées par M. le lieutenant de vaisseau René de Carfort, qui les faisait lui même toutes les quatre heures. M. l'enseigne de vaisseau Bernard de Blanpré a eu l'idée ingénieuse de relier nos observations barométriques avec les courbes météorologiques publiées par le Bureau central de Paris et il ressort de son travail que, si les phénomènes observés en Islande, aux Feroë et à Jan Mayen s'accordent exactement avec ceux signalés pour les côtes d'Angleterre et de Scandinavie, ceux observés au Spitzberg sont, au contraire, d'un ordre particulier.

» Magnétisme. — La *Manche* possédait une boussole d'inclinaison de Gambey, une boussole de déclinaison de Lorieux et un théodolite magnétique d'Hurlemann, prêté par l'Observatoire de Montsouris. Des observations ont été faites par divers officiers et centralisées par M. le lieutenant de vaisseau Exelmans dans toutes nos relâches; la variation a été observée à la mer par les méthodes ordinaires à la navigation.

» Il résulte de l'ensemble des études sur le magnétisme que les perturbations que l'on impute à la boussole en Islande et dans les régions arctiques reposent sur une légende analogue à celle qui a existé pendant des siècles au sujet des attractions spéciales du cap Finisterre (Espagne) et de quelques autres points du globe. La seule chose vraie est que la composante horizontale de l'intensité magnétique diminuant rapidement lorsqu'on approche du pôle, les influences locales produisent sur le compas des perturbations très sensibles dont il faut se préoccuper d'autant plus que la rose est très longue à reprendre sa position d'équilibre quand elle s'en est écartée.

» Les observations faites à terre montrent que les conditions les plus défavorables, à Reykjavick notamment, n'ont jamais influencé l'aiguille aimantée de plus de 2° à 3°; à la mer, l'influence est insignifiante et il n'est pas juste d'imputer à la boussole toutes les erreurs d'estime de la navigation, erreurs si faciles à faire dans les régions brumeuses, à courants variables peu connus et sur des bateaux comme nos goëlettes de pêche où les tangages et les roulis donnent à la rose des mouvements désordonnés.

» Marées. — Les mouvements de la marée ont été suivis et étudiés par M. le lieutenant de vaisseau de Carfort sur quatre points différents à Reykjavick et à Patrixfjord en Islande, à la baie de la Recherche et à la baie de la Manche au Spitzberg.

» Ces quatre points sont situés à l'ouest de ces deux îles, assez profondément enfoncés dans les fjords et ont, par conséquent, des positions analogues par rapport aux terres dont ils font partie. Il est à remarquer que les marées sont plus faibles au Spitzberg qu'en Islande, et que leur hauteur décroît à mesure qu'on se rapproche du pôle.

» Gravitation. — M. le lieutenant de vaisseau Auguste Gratzl possédait un des nouveaux appareils à pendule du système R. de Sterneck, lieutenant-colonel de l'armée austro-hongroise; il a tenu à me communiquer les intéressants résultats qu'il a obtenus pendant son séjour à bord de la *Manche* et quoiqu'ils lui appartiennent en propre, je suis heureux de les insérer dans cette Note, car cet officier distingué a été

l'un de nos plus zélés collaborateurs, et nous nous sommes fait un grand plaisir de l'aider dans l'accomplissement de ses travaux ([1]).

Stations.	Latitude.	Hauteur au-dessus de la mer.	Gravitation en mètres par seconde. (Temps moyen.)	Longueur du pendule battant la seconde. (Temps moyen.)
Vienne, Institut géographique militaire	48°,2	183^{m}	$g = 9{,}80876$	0^{m},9938360
Edimbourg, Calton Hill Observatory	56	104	9,81602	0,9945657
Jan Mayen, station autrichienne	71	11	9,82345	0,9958302
Spitzberg, station suédoise du cap Thordsen	78,5	52	9,82866	0,9958518

» Mouvement des glaciers. — La baie de la Recherche nous a fourni les éléments d'une étude fort intéressante sur le mouvement des glaciers; celui de l'est s'est profondément modifié et a reculé de 2300^{m} depuis 1838, laissant aux places abandonnées par lui des profondeurs d'eau allant jusqu'à 60^{m} et plus. Il a été malheureusement impossible d'aller planter des jalons sur cette masse de glaces pour en mesurer la progression diurne; mais nous l'avons fait pour le glacier de l'ouest dont la limite vers la mer a fort peu varié depuis 1838; les mesures prises ont fourni à M. le lieutenant de vaisseau de Carfort les éléments d'un calcul qui indiqueront seulement un mouvement de progression de 30^{m} par an.

» Histoire naturelle. — Le Dr Couteaud, médecin de la *Manche* a fait en collaboration avec M. le professeur Pouchet dont les conseils lui ont été fort utiles et M. Pettit des recherches qui ont porté sur toutes les branches de l'Histoire naturelle.

» A Jan Mayen, il a été fait une ample moisson de plantes phanérogames ou cryptogames conservées en herbier ou en solutions préservatrices. Des pêches au filet fin ont été, d'autre part, pratiquées par M. le professeur Pouchet; de ces pêches, faites dans l'eau remarquablement pure de la lagune nord, une a rapporté quelques infusoires, Nématodes, Rotifères. La faune terrestre de Jan Mayen est représentée dans nos collections par deux Renards, une quinzaine d'Oiseaux et de rares Arachnides. La faune marine s'est montrée riche. Nous avons recueilli de nombreux échantillons des roches éruptives qui constituent exclusivement le sol de l'île, ainsi que des sédiments marins. Enfin, des débris de bois flottés fourniront peut-être d'utiles indications océanographiques. La Bactériologie n'a pas été négligée : des cultures des bactéries des eaux et de l'air ont été faites. Du Spitzberg, nous rapportons un riche herbier, dans lequel le Dr Couteaud a cru reconnaître quelques espèces ou variétés nouvelles. Les Cryptogames (Mousses, Champignons, Hépatiques, Lichens, Algues marines et d'eau douce) sont particulièrement abondantes. La faune est représentée par un fort beau

([1]) Les chiffres de ce Tableau ne sont pas absolument définitifs; ils subiront probablement une petite correction due à une variation de la marche diurne du chronomètre qui a servi à mesurer les intervalles entre les coïncidences pendulaires.

spécimen de Renne, tué à Sassen-Bay, un Phoque, dont les intestins ont fourni de nombreux parasites, des Oiseaux, des nids avec des œufs et des embryons d'Oiseaux à divers états de développement. La pêche, malgré les divers engins mis en action, a donné peu de résultats : quelques Saumons ont cependant été capturés à la baie de l'Advent; ils ont fourni de nombreux Helminthes.

» Plusieurs dragages ont été effectués; ils ont rapporté nombre de Vers, Crustacés Échinodermes et Mollusques.

» Au point de vue de la Géologie, nous avons recueilli des échantillons petrographiques et paléontologiques du Bell Sound et de l'Icefjord, en particulier la série complète des roches (dont plusieurs sont fossilifères) de Sauria Hook, avec la stratigraphie de ce gisement, le plus important de la partie du Spitzberg que nous avons visitée. Nous avons également exploré le banc de charbon de la baie de l'Advent, ainsi que le gisement de plantes fossiles du cap Lyell : celui-ci nous a donné des pièces que nous considérons comme les joyaux de notre collection.

» Tels sont les résultats obtenus en trois semaines par les efforts réunis des membres de la mission et de l'état-major de la *Manche;* ils seront ultérieurement publiés en détail; la longueur de cette Note, que j'ai désiré faire aussi succincte que possible, montre qu'ils sont nombreux; j'espère que leur valeur sera à la hauteur des bonnes volontés avec lesquelles nous nous sommes tous unis au service de la Science. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Éruption de l'Etna de* 1892. Note de M. **A. Ricco**, présentée par M. Faye.

« L'Académie de France a été renseignée, par M. le professeur Wallerant, sur l'éruption actuelle de l'Etna; ayant l'honneur de faire hommage de quelques photographies (¹) que j'ai faites, je me permettrai d'ajouter seulement quelques explications et quelques considérations.

» Après la formation d'une fente et la production de quelques bouches (I, II, III, ... des photographies) qui donnèrent presque exclusivement de la lave, et pendant peu de temps, le centre éruptif se déplaça à l'est, et d'abord il résulta de trois cônes alignés environ dans la direction nord-sud et d'un quatrième placé contre le côté sud-est du plus méridional; ces deux derniers cratères lançaient de la lave, des matériaux fragmentaires et de la fumée; les deux autres au nord émettaient seulement des matériaux aéri-

---

(¹) Des photographies, qui ne peuvent être reproduites ici, ont été présentées à l'Académie.

formes et fragmentaires. En outre, il y avait, et il y a encore, au sud-est des cônes, des bouches très peu élevées, donnant presque seulement de la lave.

» Dans la nuit du 11 au 12 août, il se forma une nouvelle bouche cratériforme au nord du premier cône septentrional, et une autre bouche apparut, du 17 au 18 août, entre le premier et le second cône.

» Il a été remarqué que l'appareil éruptif actuel est orienté selon le rayon venant du cratère central de l'Etna. Cela n'est qu'un cas particulier d'une loi générale déjà énoncée par C. Gommellero et Élie de Beaumont, d'après laquelle les dernières éruptions sont disposées sur des fractures radiales du volcan.

» En effet, sur l'excellente Carte volcanologique et topographique de M. le professeur Chaix, il est facile de reconnaître que l'Etna a *une vingtaine* d'appareils éruptifs multiples, dont l'axe est dirigé vers le cratère central, et une dizaine d'autres où cela se vérifie avec une certaine approximation. En outre, il n'y a pas moins d'une vingtaine de groupes d'appareils éruptifs différents, c'est-à-dire formés à des époques diverses, qui se trouvent alignés sur des rayons de l'Etna. Outre cela, il y a seulement une dizaine de centres éruptifs multiples dont l'axe n'a pas une direction radiale. Élie de Beaumont expliquait ces faits par la formation du cratère de soulèvement et de l'ouverture centrale, qui devait être accompagnée de la production de fractures radiales, comme il arrive lorsqu'une vitre est percée par un projectile. A présent, il paraît qu'on n'est plus disposé à admettre l'existence des cratères de soulèvement : c'est une question, ou plus exactement un fait, que les géologues et les volcanologues doivent déterminer.

» Mais, même en mettant de côté le soulèvement du cratère central, il me semble qu'il y a une autre cause de production des fentes radiales. S'il existe, et plus encore s'il n'existe pas de cratère de soulèvement, toujours est-il que les couches supérieures qui forment le manteau du grand cratère ou cône résultent de la superposition de matériaux fragmentaires et de coulées de lave qui, étant généralement dirigées comme les apothèmes du cône, forment une sorte de squelette à structure radiale, où, par conséquent, les fractures doivent se produire dans la direction des plans radiaux, où les coulées sont simplement juxtaposées latéralement ou tout au plus soudées les unes aux autres, plus facilement et plus souvent que dans la direction transversale, ce qui exigerait la fracture du massif des coulées.

» On a observé aussi que le centre éruptif actuel est peu éloigné de ceux

des éruptions de 1883 et 1886 et à peu près sur la même ligne, de manière qu'il paraît y avoir dans les derniers temps une tendance des éruptions à se manifester sur cette partie de l'Etna, qui serait un côté faible du volcan. Il me paraît que ce fait aussi peut être généralisé, en considérant la distribution des cratères secondaires ou adventifs autour du cratère central. Si l'on divise le tour de l'horizon de l'Etna en secteurs, et si l'on compte les appareils éruptifs qui se trouvent dans chacun d'eux sur la Carte de M. Chaix, on a à peu près les nombres suivants :

N-NNE	14	S-SSW	23
NNE-NE	21	SSW-SW	11
NE-ENE	12	SW-WSW	10
ENE-E	9	WSW-W	15
E-ESE	5	W-WNW	9
ESE-SE	6	WNW-NW	5
SE-SSE	28	NW-NNW	8
SSE-S	34	NNW-N	6

» Il paraît donc que les deux particularités de cette éruption de 1892, d'avoir son axe orienté à peu près suivant un rayon de l'Etna et d'être apparue sur le versant sud, comme celles de 1883 et 1886, dérivent des conditions générales de structure et de résistance des flancs du grand volcan. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'analyse d'une odeur complexe.* Note de M. **Jacques Passy.**

« L'expérience montre qu'un corps pur et bien défini ne possède pas nécessairement une odeur simple. *Plusieurs odeurs différentes peuvent coexister dans le même composé et donner à l'odorat l'impression d'un mélange.*

» On peut arriver à dissocier expérimentalement ces odeurs, de manière à les mettre en évidence et à les percevoir isolément. Voici le moyen le plus simple : s'il existe réellement plusieurs odeurs dans le même composé, chacune d'elles doit avoir son minimum perceptible propre qui ne coïncide pas nécessairement avec les autres; dès lors, si l'on fait décroître progressivement la quantité de substance, on doit voir les odeurs disparaître les unes après les autres.

» C'est ce que l'expérience vérifie. Soit, par exemple, l'alcool amylique

tertiaire. En partant d'une dose trop faible pour être perçue et augmentant progressivement, on constate la série de sensations suivantes :

Millionièmes de gramme.. { 10 premier minimum (odeur *sui generis* rappelant la benzine et l'alcool isoamylique.
2000 (environ) second minimum (odeur camphrée).

» Enfin apparaît une odeur alcoolique, qui n'est pas à proprement parler une odeur, mais une impression sur la sensibilité générale, et qui se superpose aux précédentes.

» Une succession analogue se présente pour un très grand nombre de substances, telles que l'aldéhyde salicylique, l'aldéhyde benzoïque, le chlorure de benzyle, etc. La plupart des parfums, très agréables à dose faible, deviennent extrêmement désagréables à dose massive. Cela tient, *en partie*, dans un grand nombre de cas, à ce qu'ils possèdent à la fois : 1° *un parfum* très puissant, *très peu intense*, agréable, et qui seul est perçu lorsque la dose est faible; 2° *une odeur*, peu puissante, très intense, désagréable, et qui masque le parfum dès que la dose augmente. Ces variations singulières dans la qualité de l'odeur sont bien familières à tous ceux qui ont manié des parfums. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'immunité contre le choléra conférée par le lait*. Note de M. **N. Ketscher** (¹), présentée par M. A. Chauveau.

« La possibilité de conférer l'immunité contre les intoxications et les infections au moyen du lait des animaux vaccinés a été établie récemment par Ehrlich pour l'abrine, la ricine et le tétanos. Afin de savoir, si cette possibilité se vérifie aussi pour le choléra, nous avons entrepris, sur le conseil et sous la direction de M. Gamaléia, une série d'expériences sur deux chèvres laitières. Pour ces expériences nous avons employé les plus virulentes cultures du choléra, provenant de Massaouah. Les chèvres étaient vaccinées par l'injection sous-cutanée, intra-péritonéale et intraveineuse de ces cultures. Le pouvoir immunisant de leur lait était étudié dans la série d'expériences, que nous voulons relater ici, au moyen de son introduction dans le péritoine des cobayes. Voici les principaux résultats de nos expériences.

(¹) Travail du laboratoire de M. le professeur Straus.

» Le lait de la chèvre vaccinée injecté en quantité de 5^{cc} a la propriété de vacciner les cobayes contre une dose mortelle du choléra ($0^{cc},5$ injecté dans le péritoine). Les cobayes ayant reçu le lait restaient bien portants, tandis que les témoins succombaient dans les premières cinq ou six heures après l'inoculation du virus.

» Pour savoir si le lait agit seulement directement sur les vibrions cholériques ou bien sur tout l'organisme qu'il vaccine, nous avons varié nos expériences, en injectant les cultures cholériques dans un autre endroit que le lait et notamment dans les muscles des extrémités postérieures. Ce mode d'infection a donné des résultats identiques aux précédents. Les cobayes préparés par le lait restaient vivants, les témoins succombaient six à huit heures après l'infection.

» Ces expériences montrent que le lait d'une chèvre vaccinée injecté dans le péritoine des cobayes les rend réfractaires à une dose mortelle de choléra. Il n'est pas superflu d'ajouter que le lait des chèvres non vaccinées que nous avons essayé à plusieurs reprises ne possède aucun pouvoir immunisant.

» Dans une autre série d'expériences, nous avons étudié le pouvoir curatif du lait. Dans ce but, nous injections une dose mortelle du choléra dans les muscles ou dans le péritoine des cobayes et nous les traitions ensuite par l'introduction intrapéritonéale du lait de chèvre. Dans ces cas, chez les cobayes traités se produisaient quelques symptômes de l'infection, comme par exemple un faible œdème à la cuisse inoculée. Mais ces symptômes disparaissaient définitivement dans un bref délai, et les cobayes restaient en vie. Les cobayes témoins périssaient invariablement.

» Il s'ensuit que le lait d'une chèvre vaccinée contre le choléra, injecté dans le péritoine des cobayes, non seulement les vaccine contre une infection cholérique future, mais guérit aussi une maladie déclarée.

» Voici, à titre d'exemple, quelques-unes de nos expériences :

» *Expérience I.* — Le 3 octobre, on injecte à 3 cobayes dans le péritoine 1 0,5 et 2^{cc} du lait de la chèvre vaccinée n° 1.

» Le 4 octobre, on inocule ces trois cobayes ainsi qu'un cobaye témoin par $0^{cc},5$ du choléra dans le péritoine. Celui-ci est mort quelques heures plus tard, tandis que les trois premiers sont restés bien portants.

» *Expérience II.* — Le 4 octobre, on injecte 1^{cc} du lait dans le péritoine d'un nouveau cobaye. Le lendemain, on lui injecte ainsi qu'à un témoin $0^{cc},5$ du choléra. Le témoin meurt, le cobaye vacciné reste bien portant.

» *Expérience III.* — Le 5 octobre, on inocule deux cobayes chacun par $0^{cc},5$ de la culture cholérique dans le péritoine. Une heure plus tard, on introduit à l'un d'eux

5^{cc} du lait dans le péritoine. Il reste indemne. Son témoin meurt sept heures après l'infection.

» *Expérience IV.* — Le 9 octobre, on introduit dans le péritoine d'un cobaye 5^{cc} du lait. Le 10 octobre, on lui inocule, ainsi qu'à un témoin, 0^{cc}, 5 de la culture cholérique dans la cuisse. Le vacciné survit, le témoin est mort.

» *Expérience V.* — Le 19 octobre, on injecte dans les cuisses de deux cobayes 0^{cc},5 de la culture cholérique. L'un d'eux est traité ensuite par l'introduction de 5^{cc} du lait de la chèvre vaccinée n° 2. Il reste en vie, l'autre cobaye succombe.

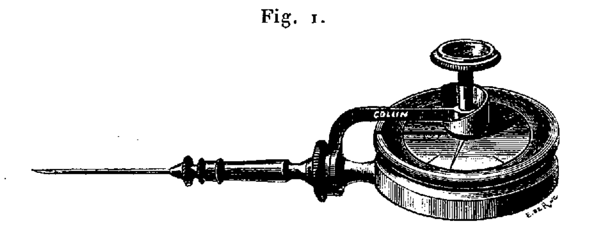
» *Expérience VI.* — Le 4 octobre, on introduit à chacun des trois cobayes 5^{cc} de lait dans le péritoine. Pour le premier, ce lait avait été chauffé à 70° pendant une demi-heure; pour le second, il a été porté à l'ébullition; pour le troisième, il n'avait subi aucun chauffage. Le 5 octobre, le matin, ces trois cobayes ainsi qu'un témoin, ont été inoculés dans le péritoine par 1^{cc},5 de la culture cholérique chacun. Le même jour, à 5^h du soir, le cobaye témoin ainsi que celui au lait bouilli étaient en agonie, le cobaye qui avait reçu le lait chauffé à 70° était malade et le quatrième tout à fait indemne. Le témoin est mort le soir. Les deux autres pendant la nuit. Seul est resté bien portant celui qui avait été vacciné par le lait non chauffé. »

MÉDECINE. — *Nouvel appareil à injections hypodermiques.* Note de M. G. **Baÿ**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Cet appareil a pour but de remédier aux inconvénients des systèmes de seringues à piston, inconvénients dont l'un des plus sérieux est le desséchement du cuir du piston, l'irrégularité dans le calibrage des verres, l'impossibilité de pratiquer la stérilisation absolue.

» La *fig.* 1 représente l'appareil complet, muni de son aiguille. Il se compose essentiellement d'un anneau ou tambour métallique A (*fig.* 2), sur lequel est tendue

Fig. 1.

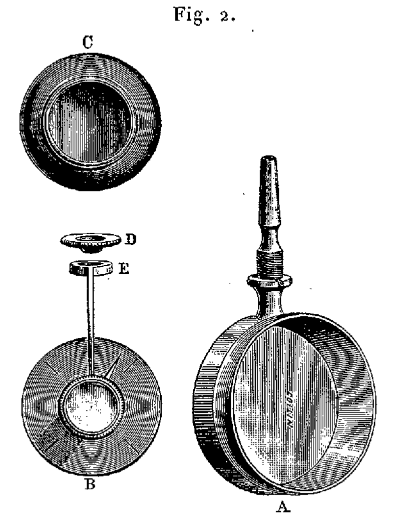


une membrane de caoutchouc, maintenue en place par sa propre élasticité, dans une gorge métallique profonde entaillée à cet effet dans l'anneau. Cette membrane peut être enlevée du tambour lorsqu'on veut stériliser l'appareil. On la voit en C (*fig.* 2).

» B (*fig.* 2) est une plaque métallique servant à déprimer le caoutchouc contre la paroi opposée du tambour formée d'une plaque de verre, soudée métalliquement au moyen d'un dépôt galvanique. Cette plaque est munie d'un bouton propulseur et d'un

guide qui la maintient au centre de l'appareil. Sur le propulseur est fixé un petit cylindre hélicoïdal qui permet de déprimer à volonté et progressivement la membrane de caoutchouc et d'obtenir la graduation de l'appareil et le dosage du liquide à injecter.

Fig. 2.



» L'injection se fait de la manière suivante :

» 1° Aspiration préalable du liquide à injecter.

» 2° Dosage, au moyen de la rotation à droite du propulseur qui chasse la quantité voulue.

» 3° Pression exercée sur le propulseur jusqu'à ce qu'une résistance indique que le caoutchouc est en contact avec la paroi opposée.

» Le but de ce dispositif est de rendre l'appareil très démontable et stérilisable dans l'eau bouillante ou les liquides antiseptiques. »

M. **R.-H. van Dorsten** adresse quelques remarques à propos d'une Communication de M. *Delauney* du 7 juin dernier « sur l'accélération de la mortalité en France. » (Extrait.)

« Il est regrettable que M. Delauney n'ait consulté que la Table de Duvillard dont l'origine est très obscure; il est d'ailleurs permis de soutenir que pour formuler des lois relatives à la vie humaine *actuelle* en France, il serait nécessaire de s'appuyer sur des Tables plus récentes et établies sur des bases mieux connues.

» En tout cas, en faisant usage de la Table de Duvillard et en suivant la

marche tracée par M. Delauney, les résultats auxquels je parviens ne sont pas d'accord avec les siens.

» C'est ainsi, que d'après mes calculs, les maxima et les minima de l'accélération de la mortalité ne se présentent pas aux âges de 16, 32, 54 et 82 ans, mais à 16, 36, 57 et 83 ans. En outre, ces nombres ne sont fournis ni par l'expression $3x^2 - 5x + 4$, ni par aucune autre expression du second degré.

» Un maximum à 6 ans serait accusé par l'expression générale

$$3x^2 - 5x + 4$$

en y faisant $x = 2$, M. Delauney croit avoir retrouvé ce maximum dans la Table de mortalité établie pour la ville de Northampton. Mais si l'on forme d'après cette Table les accélérations pour les âges de 1 à 8 ans, on voit bien qu'on peut admettre un maximum à 6 ans, mais on constate en même temps un minimum à 5 ans que ne fournit pas l'expression générale. »

M. **Alexandre Poehl** transmet des microphotogravures de cristaux de phosphate de spermine. Ces cristaux sont mis sous les yeux de l'Académie.

M. Poehl fait remarquer dans sa lettre d'envoi qu'il a pu obtenir une série de formes qui montrent l'identité des cristaux de Charcot et des cristaux de Schreiner.

M. **Willot** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Maladie de la Betterave; destruction de l'*Heterodera Schachtii* ».

M. **Delaurier** adresse une Note sur des procédés chimiques de gravure sur bois.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie présente, par l'organe de son doyen, M. Hermite, la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans cette Section par le décès de M. *Ossian Bonnet :*

En première ligne	M. **Appell.**
En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Goursat.** M. **Humbert.** M. **Kœnigs.** M. **Painlevé.** M. **Stieltjes.**

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 octobre 1892.

Anatomie normale et pathologique de l'œil, par le Dr Émile Berger. Ouvrage couronné par l'Institut (Académie des Sciences). 2e édition. Paris, Octave Doin, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Traité de Géologie, par A. de Lapparent. Première Partie : *Phénomènes actuels.* Deuxième Partie : *Géologie proprement dite,* fasc. 1. Paris, F. Savy, 1892; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

La Planète Mars et ses conditions d'habitabilité, par Camille Flammarion. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapports du Jury international,* publiés sous la direction de M. Alfred Picard. Groupe VII : Produits alimentaires (2e partie). Classe 73 (2e partie). Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Observatoire astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon. Description des terrains, pavillons, instruments et services. Publié par L.-J. Gruey, Directeur de l'Observatoire. Besançon, Millot frères et Cie, 1892; 1 vol. in-4°.

Commission de Géologie et d'Histoire naturelle du Canada. Rapport annuel (nouvelle série), vol. IV, 1888-1889. Ottawa, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Sinopsis mineralogica o Catalogo descriptivo de los minerales, por Carlos F. de Landero. Mexico, 1891; 1 vol. in-8°.

Wilhelm Weber's Werke, herausgegeben von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Berlin, 1892; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 24 octobre 1892.)

Note de M. *Berthelot,* Sur la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes :

Page 570, note au bas de la page, *au lieu de* précipitant la solution brune par la potasse étendue..., *lisez* précipitant la solution brune par l'acide chlorhydrique étendu...

Note de M. *Bernard Brunhes,* Sur la vérification du parallélisme à l'axe optique des lames cristallines uniaxes :

Page 600, l'alinéa imprimé en petits caractères, et qui commence par « Voici, par exemple, les pointés... » et le suivant, jusqu'à... «... les plans de polarisation de rayons réfractés intérieurs. » (page 601), *doivent être reportés après l'alinéa* « Une rotation de 90° donnée à l'analyseur... » *avant l'alinéa* « Il faut passer par d'assez longs calculs. »

Les nombres cités se rapportent à une application de la seconde méthode, de la méthode vraiment pratique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Les Membres de la Section de Médecine et de Chirurgie adressent à M. le Président la Lettre suivante :

« Paris, 7 novembre 1892.

» Monsieur le Président,

» M. Pasteur aura 70 ans le 27 décembre prochain.

» La Section de Médecine et de Chirurgie a pensé qu'elle devait prendre l'initiative de célébrer ce glorieux anniversaire. Si la Médecine et la Chirurgie doivent à M. Pasteur une admiration et une reconnaissance sans bornes, nous savons que l'Institut tout entier est uni dans le même sentiment.

» Nous venons donc provoquer, parmi nos Confrères de l'Institut et parmi ceux qui, dans le domaine de la recherche scientifique ou de la pra-

tique de leur art, ont bénéficié des travaux et des découvertes de M. Pasteur, une souscription pour offrir à notre illustre compatriote, à l'occasion de ce jubilé, un souvenir et un hommage.

» La Section de Médecine et de Chirurgie se constitue, à cet effet, en Comité de souscription. M. Duclaux a bien voulu s'adjoindre à nous, et M. le professeur Grancher accepte les fonctions de Secrétaire du Comité. Nous venons prier nos Confrères d'adresser leur obole aux bureaux du Secrétariat de l'Institut.

» Veuillez, Monsieur le Président, agréer nos sentiments de haute considération.

Les Membres du Comité :

Marey, Charcot, Brown-Séquard, Bouchard, Verneuil, Guyon, Duclaux.

Le Secrétaire :

Grancher.

Je crois être l'interprète des sentiments de nos Confrères, dit M. le **Président** après la lecture de cette lettre, en ajoutant que l'Académie sera heureuse de s'associer à la manifestation proposée en l'honneur de notre illustre Confrère M. L. Pasteur.

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de la répartition des engrais dans le sol sur leur utilisation;* par M. **Th. Schlœsing**.

« On sait que certains principes fertilisants, notamment la potasse et l'acide phosphorique, ne demeurent pas intégralement dissous dans le sol, lors même qu'ils sont engagés, au moment de leur emploi, dans des combinaisons très solubles, comme les sels de potasse et les superphosphates. Une partie de ces principes, souvent même leur totalité, après avoir été tout d'abord dissoute, est ensuite fixée sur les éléments du sol par le *pouvoir absorbant*. La proportion de l'engrais ainsi immobilisée est extrêmement variable, non seulement d'un sol à un autre, mais aussi dans un même sol, en raison de conditions très complexes, que je laisserai de côté dans cette Communication.

» On sait encore qu'un engrais est mieux utilisé s'il est dissous que s'il demeure fixé en certains points du sol. En effet, à l'état de dissolution, il est porté en tous sens au-devant des racines, et son absorption peut être

de même ordre que celle de l'eau. Si, au contraire, il est immobilisé et privé de la faculté de *voyager*, son absorption est subordonnée à sa rencontre avec les racines. Or celles-ci n'explorent qu'une portion très limitée du cube de terre où elles se développent, et laissent échapper tout principe insoluble qui n'entre pas en contact direct avec leurs organes d'absorption. Il résulte de là que l'utilisation d'un engrais phosphaté ou potassé est d'autant moindre que la portion devenue insoluble et immobilisée l'emporte davantage sur celle qui demeure en dissolution.

» Assez bien fixées sur les points que je viens de rappeler, les notions scientifiques font défaut, quand, poussant plus loin l'analyse de l'absorption des engrais insolubilisés, on demande quel est leur mode de répartition dans le sol le plus favorable à leur utilisation. Je prends tout de suite un exemple, pour bien faire comprendre la question : deux parcelles d'une même terre ont reçu des quantités égales d'un même engrais soluble mais susceptible d'être en partie précipité sur les éléments du sol par le pouvoir absorbant. Dans l'une des parcelles l'engrais a été si bien distribué que chaque élément du sol en a reçu et fixé sa part; dans l'autre, l'engrais, très inégalement réparti, abonde en certains points de la couche arable, mais fait défaut partout ailleurs. Ne semble-t-il pas que deux modes de répartition aussi différents ne doivent pas se prêter au même degré à l'utilisation de l'engrais?

» Quand l'engrais demeure toujours soluble et partout diffusible, comme le nitrate de soude, on n'a guère à se préoccuper de sa distribution dans le sol; mais, s'il peut être immobilisé par le pouvoir absorbant ou par des réactions chimiques qui l'engagent dans des composés insolubles, son mode de répartition influe certainement sur l'alimentation et le développement des plantes. Il y a là une question qui intéresse la pratique agricole, puisque la répartition de l'engrais dépend de son état de division, de son mode d'épandage, des labours et façons dont l'effet est de l'enterrer et de le disperser dans le sol, toutes conditions dont dispose l'agriculteur.

» Cette question, cependant, n'a pas encore été traitée comme elle le mérite. Les auteurs qui ont écrit sur les engrais ne s'y arrêtent pas : ils recommandent d'une manière générale de diviser les engrais autant qu'il est possible, de les épandre également, de les mêler intimement au sol, en sorte que les lecteurs de leurs ouvrages doivent croire tout naturellement que la meilleure utilisation répond à la dissémination la plus parfaite. Cette opinion est très répandue parmi les agriculteurs.

» Dans l'espoir de recueillir quelques données sur ce sujet, j'ai fait cette

année des essais de culture comparatifs, ne différant dans les dispositions prises que par l'état de répartition des engrais. Voici sur les préparatifs de mes expériences quelques détails indispensables.

» La première condition pour que la répartition d'un engrais influe sur son utilisation, c'est que l'engrais lui-même produise un effet marqué sur la végétation. Il me convenait donc d'employer un sol pauvre. Je l'ai composé de 84 pour 100 de sous-sol très sableux de Joinville-le-Pont et de 16 pour 100 d'un sous-sol argileux pris dans un champ à Neauphle-le-Château. Le calcaire faisant défaut dans ces sous-sols, j'ai ajouté 2,5 millièmes de craie. Après l'élimination des cailloux et gros graviers, après les tamisages et pelletages destinés à produire un mélange parfait, mon sol, contenant 4,5 pour 100 d'eau, pesait 1935^{kg} et, par conséquent, sec, 1848^{kg}.

» L'analyse a montré alors qu'il contenait, pour 100 parties, 0,027 d'acide phosphorique et 0,025 d'azote. C'était donc un sol très pauvre, ayant besoin à la fois d'acide phosphorique, de potasse et d'azote. J'en ai fait deux parts égales.

» Chaque part devait occuper une case de $1^m,20$ de largeur sur $1^m,75$ de long et $0^m,35$ de haut, présentant, par conséquent, une surface de $2^{mq},1$. Le rapport entre cette surface et un hectare m'a servi à calculer les quantités d'engrais à donner à une part.

Sulfate de potasse..........	$84^{gr},4$	répondant à	400^{kg}	à l'hectare
Nitrate de soude...........	127	»	600	»
Superphosphate d'os........	127	»	600	»
Sulfate de magnésie.........	50	»	240	»

» Me proposant d'obtenir une répartition parfaite de l'engrais dans la terre destinée à la case n° 1, j'ai commencé par dissoudre les trois sels et le superphosphate dans 56^{lit} d'eau; la terre a été divisée ensuite en 14 lots de même poids, et chaque lot, étalé à son tour sur une aire imperméable, a été rapidement mélangé avec 4^{lit} de dissolution. Ces manipulations avaient peut-être modifié l'état physique de la terre; pour rendre toutes choses égales, j'ai répété exactement les mêmes opérations avec la terre de la case n° 2, mais en me servant de 56^{lit} d'eau distillée. Les quantités d'eau avaient d'ailleurs été calculées de façon que la terre humectée demeurât meuble et très maniable.

» Les terres ont alors été placées dans leurs deux cases. Celles-ci étaient juxtaposées, exposées en plein midi. Leurs côtés en planches et leurs fonds en maçonnerie recouverte de ciment étaient imperméables,

afin que les racines ne pussent s'égarer dans le sol extérieur et y trouver un mode de répartition des aliments autre que celui que je voulais leur imposer.

» A défaut d'humus, chaque terre a reçu 2^{kg},5 de paille hachée, incorporée par un labour et devant produire par sa combustion lente l'acide carbonique qui se trouve toujours dans la terre végétale.

» La case n° 1 était dès lors prête pour les semailles, mais il restait à introduire le mélange d'engrais dans sa voisine, de manière que sa répartition fût dans les deux terres aussi différente que possible. A cet effet, la terre aplanie a été coupée, dans le sens de la longueur, par huit sillons, profonds de 12^{cm}, distants entre eux de 15^{cm}. Au fond de chaque sillon, on a semé un huitième de l'engrais, puis les sillons ont été comblés. A ce moment, l'espace occupé par l'engrais pouvait se représenter par huit rubans étroits tendus à 12^{cm} au-dessous de la surface.

» Toutes ces opérations étaient terminées le 25 mars.

» On remarquera que le nitrate de soude, le sulfate de potasse et le superphosphate d'os représentent trois types d'engrais différents. Le nitrate de soude est essentiellement soluble et voyageur. La potasse se fixe en partie, en partie reste dissoute, et les deux parts sont dans un rapport extrêmement variable. En général, il s'en fixe beaucoup plus qu'il n'en reste en dissolution; mais, dans ma terre, la matière organique, agent principal de la fixation, était en quantité minime; l'acide sulfurique, au contraire, agent très efficace de solubilisation, abondait dans l'eau d'humectation. La potasse devait donc rester dissoute en assez forte proportion. Mais l'acide phosphorique ne pouvait échapper à une précipitation complète. Dans la terre n° 1, la précipitation était achevée après deux jours au plus, ainsi que je l'ai constaté par le lavage d'un échantillon. Il lui a fallu beaucoup plus de temps, dans la terre n° 2, puisque l'acide avait à se diffuser autour de son gisement initial, jusqu'à ce qu'il eût trouvé ses agents de fixation, le peroxyde de fer, l'alumine, la matière humique.

» L'acide phosphorique devait donc être celui des engrais employés qui présenterait les plus grandes différences dans les deux cases, sous le rapport de la dissémination, et probablement aussi sous le rapport de l'utilisation.

» J'ai cultivé cinq espèces de plantes connues pour profiter des engrais phosphatés : le blé, la pomme de terre, la betterave, le haricot, le pois.

» Supposant la surface d'une case divisée en cinq parcelles équivalentes, occupées chacune par l'une des cinq cultures, j'ai fait mes semis de ma-

nière à reproduire à peu près, quant au nombre de plantes couvrant une surface donnée, les errements de la pratique. Ainsi, le blé a été semé dans une première parcelle sur trois lignes distantes entre elles de $0^m,16$; une deuxième parcelle a reçu deux pommes de terre, une troisième trois betteraves; dans la quatrième, j'ai semé seize graines de haricot nain en quatre poquets, et dans la dernière, trente-six graines de pois en neuf poquets. Dans les deux cases les cultures ont été exactement symétriques.

» Il était bien certain que les racines de mes plantes, sortant des parcelles qui leur étaient réservées, iraient s'étendre dans les parcelles voisines; mais cette expansion, également libre dans les deux cases, ne pouvait affecter la comparabilité des résultats.

» Les déprédations des oiseaux ont été empêchées par des grillages en fil de fer, tendus sur de légers châssis en bois, et formant une grande cage de $2^m,5$ de haut, sous laquelle mes cultures étaient enfermées.

» L'humidité nécessaire a été maintenue dans mes sols par des arrosages à l'eau distillée. Chaque case a reçu au cours des cultures un supplément d'eau représentant une nappe de 180^{mm} d'épaisseur.

» Mes cultures de blé, de pommes de terre, de pois et de haricots ont été menées à bonne fin. Mais les betteraves, attaquées par les insectes, puis par des champignons, ont végété misérablement; j'ai fini par les abandonner.

» La végétation a toujours paru plus développée dans la case 2; mais aussi la maturité des récoltes y a été plus tardive. Ainsi, dans la case 1, les plantes de pois étaient sèches le 29 juin; dans la case 2, il s'en trouvait encore qui étaient vertes; le 21 août, les fanes et graines de haricots étaient desséchées dans la case 1; dans la case 2, on voyait encore des tiges gonflées de sucs, portant leurs feuilles vivantes. Le 5 septembre, les fanes de pommes de terre gisaient sans vie dans la case 1; dans la case 2, il y avait des tiges vertes, avec toutes leurs feuilles, qui continuaient certainement à nourrir les tubercules. Ces différences annonçaient une supériorité marquée des cultures dans la case 2 et, sans doute, aussi une meilleure utilisation d'engrais.

» Devant ces inégalités, je me suis demandé si je devais attendre la fin de la végétation dans chaque case, ce qui m'obligerait à récolter les mêmes espèces à des époques différentes; ou si je ferais mieux de procéder simultanément aux récoltes de ces mêmes espèces dans les deux cases, bien que la végétation, terminée dans l'une, continuât dans l'autre. Cette seconde manière d'opérer m'a paru préférable. En effet, si j'avais attendu

la fin de la végétation dans la case 2, j'aurais pu attribuer une meilleure utilisation de l'engrais au seul prolongement de l'existence des plantes. Si, au contraire, je récoltais le même jour en sacrifiant les plantes encore vertes de la case 2, la meilleure utilisation de l'engrais, constatée pour cette case dans les conditions les moins favorables, serait encore mieux démontrée. J'ai donc fait mes récoltes de plantes aux dates indiquées ci-dessus, en les coupant au ras du sol; j'ai laissé de côté les racines. Quant au blé, la différence dans les durées de végétation a été moins sensible; j'ai récolté les épis et leurs pailles à mesure qu'ils mûrissaient, du 30 juillet au 11 août.

» Tous les produits récoltés ont été étalés sur des claies et exposés pendant quinze jours dans une grande étuve, à la température de 40° environ. Avant d'être étuvés, les tubercules de pommes de terre avaient été détaillés en tranches minces. Après dessiccation et pesée, les fanes et pailles ont été passées au moulin, afin d'acquérir l'homogénéité voulue pour l'analyse.

» J'ai déterminé dans les graines, tubercules et autres parties des plantes, les trois éléments essentiels du mélange d'engrais employé, la potasse, l'azote et l'acide phosphorique. Afin d'obtenir toute la précision désirable dans les déterminations, j'ai incinéré des quantités de paille et de fanes beaucoup plus considérables qu'il n'était strictement nécessaire, et après avoir mis dans une dissolution de volume connu la totalité de la potasse et de l'acide phosphorique des cendres, j'ai opéré les dosages sur une fraction déterminée de la dissolution.

» Dans une prochaine Communication, je présenterai les résultats numériques de mes déterminations et les ferai suivre des observations qui en découlent. »

Note sur la réponse de M. Berthelot *à ma Note du 24 octobre;*
par M. Th. Schlœsing.

« Dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 24 octobre j'ai montré l'exagération de certaines prétentions de M. Berthelot. Je l'ai fait en termes très nets, mais sans me départir des égards dus à un Confrère. Dans la réponse de M. Berthelot, au contraire, je trouve des allégations sur mes intentions et mon caractère qui mettent la discussion sur un terrain où il m'est impossible de la poursuivre. »

GÉOGRAPHIE ET MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Comparaison des observations magnétiques du général Pevzoff dans l'Asie centrale avec les données des cartes magnétiques anglaises.* Note de M. **Alexis de Tillo.**

« Pendant son dernier voyage d'exploration dans l'Asie centrale (Turkestan oriental), en 1889 et 1890, le général Michel Pevzoff a déterminé avec soin la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il vient de me faire part de ces résultats importants que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, en y ajoutant les nouvelles coordonnées géographiques.

Stations.	Date.	Latitude.	Longitude.	Déclinaison or.	Inclinaison.
1. Pchevalsk.....	Mai 1889	42°.29',9	78°.25',3	—5°.51'	58°.34'N.
2. Tohta hon....	Août 1889	37. 6,0	37. 3,5	—4.39	52.36
3. Chotan.......	Oct. 1889	37. 8,0	79.57,7	—4.10	52.14
4. Nia..........	Mars 1890	37. 4,6	82.47,2	—4.21	52.25
5. Dachi Koul...	Juil. 1890	36.34,9	84.33,7	—3.58	51.53
6. Tchertchen....	Août 1890	38. 8,9	85.31,0	—4. 8	54. 7
7. Iachil Koul....	Sept. 1890	36.51,5	87.26,1	—3.55	52.32
8. Lob nor......	Oct. 1890	39.30,9	88.59,4	—4.12	56.10
9. Kourla.......	Nov. 1890	41.43,7	36. 8,2	—5.12	58.26
10. Ouroumtsi....	Déc. 1890	43.44,8	87.35,0	—5.25	61. 0

» Pour comparer ces données avec les éléments déterminés pour l'an 1880 d'après les récentes cartes magnétiques publiées par E.-W. Creack [1], il faut tenir compte de la variation séculaire, qui ne peut être évaluée qu'approximativement. En admettant pour la région explorée que la déclinaison orientale augmente de 2',5 par an, et que l'inclinaison boréale augmente de 1' par an, j'ai obtenu le Tableau suivant des corrections à ajouter aux éléments des cartes anglaises.

Stations.	Corrections. Déclinaison or.	Corrections. Inclinaison N.
1. Pchevalsk.....	+ 1°.7'	— 0°.9'
2. Tohta hon.....	+ 1.0	± 0.0

(1) *Report of the scientific results of the voyage of H. M. S.* Challenger. Vol. II, Part VI (*Report on the magnetical Results;* 1889).

Stations.	Corrections. Déclinaison or.	Inclinaison N.
3. Chotan........	+ 1°.5′	+ 0°.1′
4. Nia...........	+ 1.5	+ 0.3
5. Dachi Koul....	+ 1.7	— 0.2
6. Tchertchen....	+ 2.0	— 0.3
7. Iachil Koul....	+ 1.8	— 0.1
8. Lob nor.......	+ 2.1	+ 0.6
9. Kourla........	+ 1.9	+ 0.5
10. Ouroumtsi.....	+ 2.0	+ 0.5

» La correction moyenne de la déclinaison qui est de $+1°,7$ est donc notable, tandis que la correction moyenne de l'inclinaison est insignifiante.

» En aucun des points d'observation il n'y a à présumer une anomalie marquée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Ossian Bonnet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Appell obtient . . . . 52 suffrages
M. Humbert » . . . . 1 »

M. **Appell**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui, réunie aux membres du Bureau, sera chargée de décerner le prix Lecomte.

MM. Bouchard, Pasteur, Hermite, Milne-Edwards, Chauveau, Duclaux et Verneuil réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Sur la nouvelle méridienne de France.* Note de M. L. Bassot.

(Renvoi à la Section de Géographie et de Navigation.)

« On sait depuis longtemps que la méridienne de Delambre et Méchain, malgré la grande valeur qu'elle avait il y a un siècle, présente certains défauts qui la rendent impropre à concourir, avec les mesures récentes faites à l'étranger, à l'étude de la figure de la Terre. Les imperfections de cette chaîne ont été signalées et mises en évidence par les ingénieurs géographes. Il était d'autant plus nécessaire de les faire disparaître que toute la triangulation française s'en trouve affectée.

» Grâce à la haute et puissante intervention du Bureau des Longitudes, une nouvelle mesure de cet arc fondamental fut ordonnée en 1869, par le maréchal Niel, alors Ministre de la Guerre. Dès 1870, les travaux furent entrepris. Aujourd'hui, l'œuvre complète peut être considérée comme terminée.

» C'est au général Perrier que revient le mérite d'avoir provoqué cette grande opération qui a donné un nouvel essor aux études de haute Géodésie, trop longtemps abandonnées dans notre pays. C'est lui qui l'a dirigée pendant douze ans et l'a conduite dans une voie véritablement scientifique. Dès le début, je fus son collaborateur; quelques années plus tard, il s'adjoignait aussi M. le commandant Defforges. En 1882, lorsqu'il devint chef du Service géographique, il me remit la direction des travaux sur le terrain et, depuis, avec le concours de M. Defforges, j'ai terminé l'enchaînement et mesuré les trois bases sur lesquelles il s'appuie. Seul des trois opérateurs qui ont participé à l'exécution de cette chaîne, j'ai eu l'heureuse fortune de suivre l'opération dans son ensemble. C'est à ce titre que je demande à l'Académie la permission de lui en résumer les grandes lignes et de soumettre à sa haute appréciation les résultats que l'on peut en déduire.

» La série des travaux à effectuer comprenait :

» 1° L'établissement d'une chaîne continue entre la frontière d'Espagne et Dunkerque, en appuyant le réseau sur trois bases et en le rattachant, autant que possible, à chacune des chaînes parallèles de l'ancienne triangulation;

» 2° Une nouvelle détermination des coordonnées du Panthéon, point fondamental de la triangulation française et des observations directes de latitude, longitude et azimut en dix stations, convenablement réparties de manière à segmenter de degré en degré l'arc intercepté par les stations extrêmes;

» 3° La mesure des bases, en fonction de l'étalon métrique international, rapporté au mètre des Archives;

» 4° Le calcul du nouvel arc méridien, puis celui des différents parallèles en partant des éléments, pris sur la nouvelle méridienne, supposée parfaite, et la vérification avec les bases des ingénieurs géographes.

» Déjà, par les Communications successives qui lui ont été adressées, l'Académie a pu suivre les diverses phases des opérations. L'enchaînement a été terminé en 1888; les trois bases viennent d'être mesurées; les coordonnées du Panthéon ont été déterminées en 1884; enfin, sur les dix stations astronomiques projetées, huit sont terminées.

» En outre, la liaison géodésique de la méridienne avec les triangulations anglaise et espagnole a été complétée par des opérations astronomiques, effectuées de concert avec l'Observatoire de Greenwich et l'Institut géographique de Madrid.

» Les conclusions que l'on peut tirer de l'ensemble des observations sont les suivantes :

» En partant de la base de Paris, le réseau vient se vérifier à Perpignan, après un parcours de 6°, à $\frac{1}{250000}$ près avec la nouvelle mesure de la base.

» Aux côtés communs avec les triangulations anglaise, belge et italienne, les valeurs françaises sont presque identiques aux valeurs étrangères déduites du nouvel étalonnage de la toise de Bessel; mais, du côté de l'Espagne, il existe une différence de $\frac{1}{65000}$, qui n'est pas encore expliquée.

» En calculant à nouveau l'ensemble des chaînes parallèles et méridiennes du réseau français, on a reconnu que la nouvelle méridienne ramène l'ordre et l'harmonie dans la plus grande partie des triangulations; mais elle n'a pu faire disparaître les discordances déjà signalées par les ingénieurs géographes dans la région du sud-ouest, sur les chaînes qui aboutissent aux bases de Bordeaux et Gourbera. Aussi le Service géographique a-t-il décidé de soumettre au Ministre de la Guerre un projet relatif à la réfection immédiate du parallèle moyen, comme complément de la nouvelle méridienne.

» La longueur de la ligne méridienne, entre les stations astronomiques extrêmes, dont l'amplitude est de 8°17′ environ, est inférieure de 5^{m} seu-

lement à l'arc intercepté sur l'ellipsoïde de Clarke, dont l'aplatissement est $\frac{1}{293,46}$. Il résulte de là que, pris dans son ensemble, l'arc français s'adapte presque exactement sur cet ellipsoïde.

» Les deux stations que l'on a pu identifier avec celles de l'ancienne méridienne sont Dunkerque et Carcassonne; l'arc nouveau, compris entre ces deux points, surpasse l'arc de Delambre de $44^{m},7$, soit de $\frac{1}{20\,000}$.

» Les coordonnées géodésiques ont été calculées en partant des coordonnées fondamentales du Panthéon, déterminées à nouveau par le Service géographique, et en appliquant la chaîne sur l'ellipsoïde de Clarke, d'après l'hypothèse qui vient d'être justifiée.

» La comparaison de ces coordonnées avec les coordonnées directes a pu être faite en cinq des stations, où l'on a déterminé les trois éléments, longitude, latitude et azimut. Or, d'après un théorème de Laplace, il existe, entre les longitudes et les azimuts astronomiques et les mêmes éléments calculés géodésiquement, une relation qui doit être vérifiée, quelles que soient les attractions locales, si les observations sont bonnes; en chacune de nos cinq stations, cette équation de condition est satisfaite à moins de $1''$.

» Il semble, d'après ce criterium, que les résultats fournis par la nouvelle méridienne peuvent être considérés comme offrant toutes les garanties d'une opération de haute précision. »

CHIMIE. — *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique.* Note de M. **Raoul Pictet.**

« Le but de ce travail est de définir d'une façon précise une méthode générale pour obtenir par synthèse un corps quelconque de la nature.

» Le chemin à suivre pour fixer le programme des réactions successives nécessaires découle d'une hypothèse première qui servira de postulat dans ces recherches.

» Dans cette première Note, la place ne nous permet d'exposer que *cette hypothèse,* base de toute notre étude sur la synthèse chimique.

» Nous donnerons ensuite une série de vérifications expérimentales de l'hypothèse fondamentale.

» Enfin nous décrirons les premières applications de cette théorie à diverses synthèses chimiques de la série aromatique.

» *Hypothèse fondamentale.* — Nous admettons que tous les phénomènes physiques et chimiques résultent du conflit de deux attractions : l'at-

traction de la *matière pour la matière* et l'attraction de la *matière pour l'éther*.

» Suivant les distances des atomes entre eux, l'attraction de la matière pour la matière prend les noms de *gravitation, cohésion, affinité*.

» Nous ne connaissons pas la valeur de la fonction newtonienne appliquée à la *cohésion* ni à l'*affinité*.

» Nous admettons que les atomes sont plongés dans l'éther et restent impénétrables à ce fluide. Ils subissent par ce fait les lois du principe d'Archimède en déplaçant toujours leur volume d'éther.

» L'attraction de la matière pour l'éther suit une loi spéciale, différente de la loi newtonienne étendue à toutes les distances.

» Notre *hypothèse fondamentale* peut s'exprimer ainsi : En réduisant tout phénomène chimique à l'action de deux masses de matière tombant l'une sur l'autre suivant la droite qui passe par leur centre de gravité, nous admettons que les deux fonctions des distances, représentant les deux attractions, permettent, *dans tous les cas et sans aucune exception*, de trouver *trois positions d'équilibre* sur cette droite, c'est-à-dire *trois positions* où la résultante des deux attractions *est nulle*.

» De plus, l'*équilibre est stable* aux deux positions extrêmes et *instable* dans la position médiane.

» Sur cette hypothèse, construisons *le diagramme* schématique de la *chute totale* de deux masses M, M' des espaces infinis à la *distance minimum*.

» Fixons M' dans l'espace et prenons l'origine des axes rectangulaires au point O occupé par la masse M lorsqu'elle est déjà très voisine de M'.

» L'ordonnée OA représente l'attraction des deux masses.

» Pendant que la masse M passe par les points B, C, D, les valeurs de l'attraction sont inscrites sur la courbe EFG. L'influence de l'éther ne s'est pas fait sentir, les termes de la fonction de la gravitation suffisent.

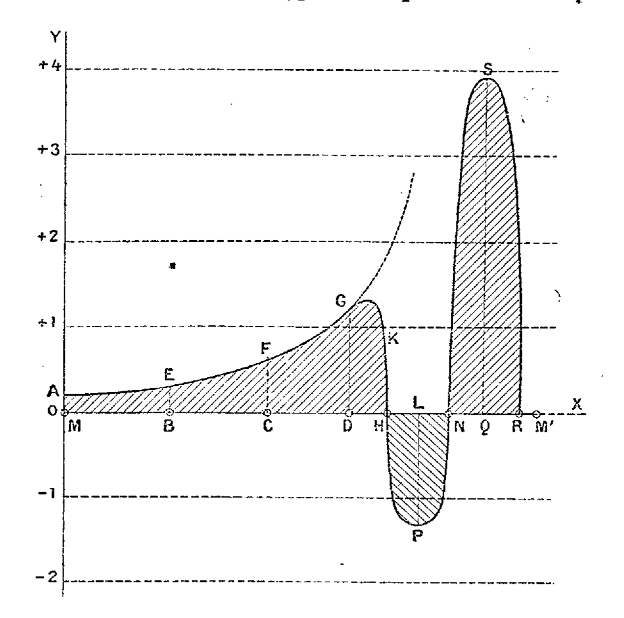
» Lorsque la masse M est en G, le conflit des deux attractions commence, la matière déplace un volume d'éther de plus en plus fortement attiré, la résultante diminue *comme valeur absolue*. Quand la masse M passe de D en H, l'attraction résultante, *inscrite par le dynamomètre,* tombe suivant la courbe GKH.

» En H nous avons la première *position d'équilibre*.

» En effet, si l'on écarte la masse M, l'attraction résultante ramène M vers H. Si l'on rapproche M de M', l'action prépondérante de l'éther *repousse* M en H.

» Si de la position H nous rapprochons *par force* la masse M de M' l'effort s'inscrit sur le diagramme au-dessous de l'axe des x.

» En continuant de rapprocher *artificiellement et en dépensant du travail extérieur* les deux masses l'une vers l'autre, nous exaltons l'attraction des deux masses et nous tendons à diminuer l'effet de l'éther par suite de la pénétration de plus en plus grande des sphères d'éther qui enveloppent la matière. L'effet est comparable à la perte de poids d'un corps pénétrant au centre de la terre. La *répulsion apparente* passera ainsi par un *maximum*



lorsque la masse M sera en L; sa valeur est LP. Lorsque la masse M sera en N, nous avons de nouveau une *position d'équilibre, mais instable,* car tout déplacement dans un sens ou dans l'autre tendra à se continuer de lui-même dans *le même sens*.

» Enfin la masse M *effectuera sa dernière chute* sur M' et épuisera son *potentiel attractif* lorsque la distance MM' ne comportera plus de rapprochement possible.

» En R nous aurons la dernière *position d'équilibre stable*. Le diagramme nous montre que, *selon cette hypothèse,* la chute totale de deux *masses matérielles* comporte toujours *trois phases :*

» *Première phase.* — *Travail produit* mesuré par l'aire OAEFGKHO, représentant le travail de la *gravitation* et de la *cohésion*.

» *Deuxième phase.* — *Travail fourni* pour vaincre la première période des phénomènes de l'*affinité* représenté par l'aire HPNLH.

» *Troisième phase.* — *Travail produit* par l'*affinité* et mesuré par l'aire NSRQN.

» Nous avons ombré ces trois aires; leur *somme algébrique* représente le potentiel total attractif des deux masses M, M′ avant leur chute.

» *Conséquences immédiates de l'hypothèse fondamentale.* — En partant de ces considérations, nous allons dégager une série de déductions immédiates de ce diagramme schématique :

» 1° Un corps quelconque dont toutes les particules élémentaires sont entre elles dans la position HM′, *première position d'équilibre*, sont au zéro absolu des températures.

» Les *phénomènes thermiques* (¹) sont produits par les mouvements oscillatoires des particules autour de cette position d'équilibre stable (orbites moléculaires). La *Thermodynamique* est ramenée aux équations de la Mécanique céleste, dans lesquelles on fait intervenir deux fonctions d'attraction au lieu d'une seule.

» 2° Deux masses matérielles quelconques au zéro de température ou *très refroidies*, ne réagiront jamais l'une sur l'autre puisqu'elles ne possèdent pas l'énergie suffisante pour fournir le travail de la première phase de l'affinité, *toujours négatif*.

» 3° En admettant que la *température* soit mesurée par l'amplitude des oscillations calorifiques, il faudra toujours une certaine température pour amener la *combinaison chimique*, amplitude correspondant à la distance HN du diagramme.

» 4° En mettant en présence deux corps à une température trop basse pour qu'ils réagissent, on pourra provoquer la réaction en fournissant de l'énergie extérieure sous forme d'étincelles ou de courant électriques.

» 5° Les combinaisons chimiques se partagent en deux *grandes classes* :

» Les réactions *exothermiques* fournissant du travail ou de la chaleur; les réactions *endothermiques* absorbant de l'énergie, dénominations adoptées par M. Berthelot.

» Pour toutes les réactions où l'aire HPNH sera plus petite que l'aire NSRQN, il y aura production de chaleur ou d'énergie : ce seront les *réactions exothermiques*.

» Les réactions *endothermiques* représentent, dans leurs caractères généraux, la grande classe des *accumulateurs* dans le sens le plus étendu et les *explosifs*.

» 6° En chauffant lentement les corps en présence depuis le zéro absolu

---

(¹) Voir *Synthèse de la chaleur* (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, octobre 1879).

et en fournissant de l'*énergie extérieure* par des étincelles électriques (tout en restant maître absolu des températures malgré la chaleur fournie par les réactions), la série des réactions s'effectuera suivant la *ligne de plus grande pente chimique* des éléments, c'est-à-dire selon les réactions dont l'aire HPNLH sera un maximum, ce qui ne correspondra souvent pas aux affinités effectives les plus énergiques. »

CORRESPONDANCE.

M. **Sophus Lie**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Edmond Perrier** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *de Quatrefages*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. **Bassot**, M. **A. Bienaymé** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section de Géographie et Navigation par suite du décès de M. *Jurien de la Gravière*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Le Roy de Keraniou** adresse à l'Académie la même demande et transmet plusieurs pièces relatives à ses travaux.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *de Saint-Saud* ayant pour titre : « Contribution à la Carte des Pyrénées espagnoles ». (Présenté par M. Daubrée.)

ASTRONOMIE. — *Sur le cinquième satellite de Jupiter.* Note de M. E. **Roger**, présentée par M. Jordan.

« La formule empirique que j'ai donnée récemment (*Comptes rendus*, t. CXIV)

$$\log \text{hyp}\, a = 8 - \frac{3m}{2\pi} - 0{,}03 \cos\frac{m\pi}{5} + \varepsilon$$

permet de prévoir l'existence d'un certain nombre de satellites entre la planète Jupiter et les quatre satellites connus avant la découverte de M. Barnard.

» En déterminant ε au moyen du satellite le plus éloigné, et en diminuant tous les indices de dix unités, la formule précédente peut s'écrire ainsi

$$a = 24{,}7\left(1 - 0{,}03 \cos\frac{m\pi}{5}\right) c^{-\frac{3m}{2\pi}} \cdots \left(c^{-\frac{3}{2\pi}} = 0{,}62 = \frac{1}{1.612}\right).$$

» On en déduit les valeurs suivantes de a, que nous plaçons en regard des distances observées :

Indices	$-\frac{1}{4}$	1	2	3	$5-\frac{1}{4}$
a calculé	27,00	14,95	9,41	5,94	2,62
a observé	27,00	15,35	9,62	6,05	2,50

» Rien n'indique que le facteur périodique $0{,}03 \cos\frac{m\pi}{5}$ soit absolument identique pour toutes les planètes. Si l'on prend

$$a = 24{,}7\left(1 - 0{,}02 \cos\frac{m\pi}{5}\right) 0{,}62^m,$$

les distances calculées deviendront

27,27	15,07	9,43	5,92	2,60

» La formule empirique comporte des valeurs entières de l'indice m et des valeurs fractionnaires qui s'écartent fort peu d'un entier $\pm\frac{1}{4}$; mais, en fait, on n'a jamais constaté jusqu'à ce jour, pour une même planète, plus de deux satellites pour un même groupe $(m, m\pm\frac{1}{4})$. Il suit de là que les satellites qu'on peut encore découvrir, dans la même région, correspondent :

» 1° A l'indice $5\frac{1}{4}$, avec la distance 1,97.

» 2° Aux indices $6 \pm \frac{1}{4}$, avec les distances 1,61 et 1,27. Ces deux satellites peuvent être remplacés par un satellite unique dont la distance serait $\sqrt{1{,}61 \times 1{,}27} = 1{,}425$.

» Au delà du satellite extrême, il existe peut-être d'autres groupes. Le nombre de ces groupes n'est pas illimité. En effet, la formation de la planète Jupiter a nécessairement précédé celle de ses satellites. Or, l'équation empirique des distances planétaires (*Comptes rendus*, t. CIV)

$$\operatorname{loghyp} a = 8 - \frac{3m}{2\pi} + 0{,}3 \cos \frac{m+1}{5}\pi$$

attribue à Jupiter l'indice 2. L'indice du satellite extrême est donc > 2, ou bien, si l'on diminue tous les indices de dix unités, > -8. De là, en tout, sept groupes, avec les indices -1, -2, ..., -7. Chaque groupe peut d'ailleurs comprendre, au lieu d'un satellite à indice entier, deux satellites à indices fractionnaires.

» Exceptionnellement, un groupe peut se composer d'un système d'astéroïdes analogues aux petites planètes qu'on observe entre Jupiter et Mars. En ce cas, la distribution des astéroïdes ainsi disséminés n'est pas absolument fortuite : l'influence des indices $(m, m \pm \frac{1}{4})$ s'accuse par le nombre relativement considérable des astéroïdes qui s'accumulent dans les trois zones correspondant à ce triple indice. Les anneaux de Saturne sont sans doute le résultat d'une dispersion de ce genre. »

MÉCANIQUE. — *Sur la transformation des équations de la Dynamique.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je demande à l'Académie la permission de revenir une dernière fois sur le problème de la transformation des équations de Lagrange et sur la discussion qui s'est élevée à ce sujet entre M. Liouville et moi. Il est indispensable, pour dissiper tout malentendu, d'énoncer avant tout avec précision les questions traitées. Le problème que je me suis proposé est le suivant : *Étant donné un système* (S) *d'équations de Lagrange à k variables q_i où* T *est homogène par rapport aux vitesses et ne renferme pas le temps et où les forces ne dépendent ni des vitesses ni du temps, existe-t-il un autre système* (S') *analogue, tel que les relations entre les q_i définies par* (S) *et par* (S') *coïncident?* J'ai démontré, à ce sujet (voir les *Comptes rendus*, 11 avril 1892), un théorème dont une conséquence générale est que *les géodésiques rela-*

tives à T *admettent une intégrale du second degré,* s'il existe un système (S') *correspondant* à (S).

Après la publication de ce théorème, M. Liouville a démontré une proposition qui le complète *dans le cas particulier où les forces sont nulles dans* S *et* S' : « Quand les géodésiques relatives à T et à T' coïncident, leurs équations admettent non seulement une intégrale, *mais, en général, un système complet* d'intégrales du deuxième degré ». Au sujet de cette remarquable proposition, je ferai observer que, s'il est incontestable que M. Liouville y soit parvenu de son côté, elle ne se trouve toutefois indiquée dans aucune de ses Communications antérieures.

» Si l'on considère alors un système (S) où les forces dérivent d'un potentiel U, les trajectoires, pour chaque valeur de la constante des forces vives h, coïncident avec les géodésiques relatives à la force vive

$$T_1 = \sqrt{U + h}\,T.$$

On peut chercher si les équations de ces géodésiques admettent, quel que soit h, *des correspondantes :* M. Liouville arrive aussitôt à cette conclusion que, quand il en est ainsi, elles admettent un système d'intégrales du deuxième degré. C'est là, dit-il dans sa Note du 25 avril, le théorème de M. Painlevé (et même un théorème plus complet) dans tous les cas où les forces du système (S) dérivent d'un potentiel. En réalité, mon théorème ne coïncide pas avec le précédent; il est même en contradiction avec lui, et cela s'explique par la raison bien simple que *la question traitée par M. Liouville est essentiellement distincte de celle que je me suis posée.*

» Cette différence éclate à première vue : la correspondance que j'étudie établit une corrélation entre deux systèmes matériels soumis à certaines forces et dont les trajectoires (*pour des conditions initiales quelconques*) coïncident analytiquement. Dans la correspondance de M. Liouville, à chaque valeur de h correspond une force vive T' *qui varie avec* h. Toutefois, on peut se demander si, *dans certains cas,* les deux problèmes ne sont pas susceptibles de se confondre. J'ai montré en toute rigueur que *cela est impossible du moment que les forces ne sont pas nulles.* L'affirmation de M. Liouville qu'il avait démontré et complété mon théorème dans tous les cas où les forces de (S) admettaient un potentiel *était donc erronée :* le seul cas où il avait traité la question était celui des géodésiques.

» Dans une Note du 12 septembre, M. Liouville s'est occupé d'un problème qui est *absolument différent* de celui qu'il avait traité précédemment et qui rentre comme cas très particulier dans celui que j'avais traité. Ce

problème consiste à *étudier moyennant quelles conditions deux systèmes* (S) *et* (S') à potentiels *sont correspondants*. J'insiste sur le caractère *restreint* de la question : quand un système (S) à potentiel admet un correspondant (S'), (S') n'est pas en général un système à potentiel. *Mais, même dans le cas très exceptionnel dont nous parlons, M. Liouville n'est pas encore arrivé à retrouver par sa méthode le théorème que j'ai établi*. La démonstration qu'il en a donnée dans sa Note du 12 septembre est *inexacte* parce qu'elle suppose que les trajectoires de S, pour une valeur quelconque donnée de la constante des forces vives h, coïncident avec les trajectoires de (S') pour une valeur *correspondante* de la constante des forces vives h'. J'ai montré que ceci est impossible, sauf pour des valeurs particulières de h, lesquelles d'ailleurs n'existent pas en général. Pour bien faire voir que le *raisonnement* de M. Liouville est inadmissible, j'ai même cité un exemple très simple de deux systèmes à deux paramètres où ce raisonnement est en défaut.

» M. Liouville, dans une Note du 31 octobre, reconnaît que cet exemple échappe, en effet, à sa méthode. Mais, dit-il, *une circonstance analogue ne peut plus se présenter dès que le nombre k des paramètres dépasse* 2. Autrement dit, pour $k > 2$, à une valeur quelconque donnée de h correspond une valeur déterminée de h'. *Cette affirmation est encore inexacte*.

» Tout d'abord, si elle était vraie, elle entraînerait, d'après ce qui précède, une conséquence singulière : c'est que, pour $k > 2$, il ne saurait exister de systèmes (S) et (S') à potentiels correspondants. En réalité, il en existe une infinité, et *c'est la proposition justement inverse de celle de M. Liouville qui est la vraie :* jamais, comme je l'ai dit, à une valeur *arbitrairement* donnée de h, ne correspond une valeur constante de h'. D'ailleurs, il est bien facile de former une foule de systèmes qui démentent l'affirmation de M. Liouville; je me bornerai aux suivants qui ont leurs analogues pour k quelconque : les systèmes (S) et (S'), où l'on a

$$T = x'^2 + y'^2 + z'^2, \qquad U = yz + h$$

et

$$T' = \frac{1}{x^4}\left[x'^2\left(1 + y^2 + \frac{4z^2}{x^2}\right) + y'^2 x^2 + z'^2 - 2x'y'xy - \frac{4x'z'z}{x}\right],$$

$$U' = y'\frac{z}{x^2} + h',$$

sont correspondants (les trajectoires sont des paraboles d'axe parallèle à Oz), et à chaque valeur de h (finie ou infinie) correspondent toutes les valeurs de h'.

» Je ne puis donc que répéter les conclusions de ma dernière Note : si deux systèmes (S) et (S′) à potentiels sont correspondants, deux cas peuvent se présenter : dans le premier cas (*qui est un cas particulier*), à une valeur particulière de h correspond une valeur constante de h' ; ce cas se ramène aussitôt à celui où les géodésiques de T et de T′ coïncident; *dans le cas général,* il n'existe pas de telles valeurs de h; j'ai démontré que les équations (S) admettent alors une intégrale du second degré. Qu'il soit possible maintenant, par une autre méthode, de retrouver et même de compléter ce théorème, c'est ce que je me garderais bien de nier. Mais ce qui est certain, c'est que, même dans le cas très particulier où les forces de S et de S′ dérivent d'un potentiel, les considérations employées jusqu'ici par M. Liouville ne démontrent pas le théorème en question.

» Dans une Note ultérieure, j'étudierai les systèmes dont les trajectoires admettent une transformation infinitésimale. »

PHYSIQUE. — *Les microglobules lenticulaires liquides. Conditions de l'équilibre.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu (1).

« Si par l'ouverture très petite d'un cône de papier nous faisons passer du mercure, la colonne sortante semble être unie près de l'ouverture, mais, à une distance qui est fonction de la pression exercée par le poids du mercure restant dans le cône, elle se sépare en deux ou plusieurs fils distincts. Chacun de ces fils est la partie bosselée et discontinue d'une veine liquide, dont la partie continue, se nouant avec les parties semblables des autres fils, constitue la veine unie. On sait de l'Hydrodynamique que ces parties bosselées se composent de gouttes liquides de deux grandeurs, dont les petites alternent avec les grosses. Beaucoup de ces gouttelettes, en choquant le fond du vase ou la surface du mercure, s'y réfléchissent et restent dans les inégalités latérales du vase. En versant de l'eau dans le vase, nous voyons plusieurs de ces petites gouttelettes flotter sur la surface de l'eau. Nous proposons d'appeler ces gouttelettes *microglobules lenticulaires* liquides, et nous justifierons pleinement par ce qui va suivre cette dénomination.

» Maintenant les microglobules flottants se rapprochent mutuellement; s'il y en a plusieurs en contact, ils s'unissent après quelque temps et, le

(1) Le travail a été exécuté au laboratoire de M. Cornu, à l'École Polytechnique.

poids du nouveau globule l'emportant sur les forces antagonistes, le globule se précipite au fond de la couche aqueuse. Les microglobules mercuriels se comportent en tout comme des corps solides flottants qui ne se mouillent pas par l'eau. La forme des microglobules liquides se déduit aisément de celle que prend une goutte liquide posée sur la surface libre d'un autre liquide plus dense. Donc la surface du microglobule est lenticulaire, dont les deux faces ont une différence de courbure; mais, tandis que la face supérieure est plus courbe que l'inférieure dans le cas de la goutte d'eau posée sur la surface du mercure (avant de s'étaler), ici, au contraire, c'est la face inférieure qui est la plus courbe.

» Si maintenant on voulait mesurer séparément par la balance les masses de quelques-uns de ces microglobules, on ne parviendrait à aucun résultat. Mais on peut mesurer leurs masses et poids en faisant usage de la machine à diviser. En effet, les microglobules mercuriels pris sur la surface de l'eau par un bout de papier forment dans l'air des sphères, dont les rayons peuvent se mesurer par la machine à diviser.

» Voici un Tableau qui donne les mesures des quelques microglobules mercuriels, où l'on a pris pour coefficient de dilatation cubique du mercure $\frac{1}{5550}$.

» La température moyenne de ces six mesures a été 19° C.

Rayon de la sphère.				Masse à 0°		Poids à 0°	
C. G. S.	Microns.	Volume à 19° C. G. S.	Volume à 0° C. G. S.	C. G. S.	Microgrammes (1).	C. G. S.	Microdynes (1).
cm	μ	cmc	cmc	gr	μgr	d	μd
0,00725	72,5	0,0000015960	0,0000015910	0,000021631	21,631	0,000212200	212,200
0,0065	65	0,0000011500	0,0000011440	0,000015554	15,554	0,000152585	152,585
0,0040	40	0,0000002680	0,0000002670	0,000003630	3,630	0,000035610	35,610
0,0030	30	0,0000001131	0,0000001127	0,000001532	2,532	0,000015029	15,029
0,0028	28	0,0000000919	0,0000000916	0,000001245	1,245	0,000012213	12,213
0,0025	25	0,0000000654	0,0000000651	0,000000885	0,885	0,000008682	8,682

» On voit d'après ce Tableau que la masse des microglobules mercuriels ne dépasse pas quelques dizaines de microgrammes. La dénomination de *microglobule* est donc pleinement justifiée.

» On obtient encore des microglobules mercuriels en posant doucement des quantités convenables de mercure sur la surface libre de l'huile d'olive, du pétrole; mais les microglobules flottant sur ces surfaces sont très petits

(1) Comme on appelle *micron* le millionième du mètre, on peut, par abréviation, appeler aussi *microgramme* (μgr) le millionième du gramme et *microdyne* (μd) le millionième de la dyne.

et par conséquent rares surtout sur la surface du pétrole. En général, nous avons obtenu des microglobules par les liquides figurant dans le Tableau de M. Quincke (voir EVERETT, *Unités et constantes physiques*, p. 45) sur les tensions superficielles de dix liquides avec l'eau, l'air et le mercure en les combinant de toutes les façons possibles.

» Dans ces quarante-cinq combinaisons on distingue :

» 1° Une de l'acide chlorhydrique avec la solution d'hyposulfite de soude entre lesquels se manifeste une action chimique;

» 2° Treize dont les liquides constituants sont miscibles entre eux.

» 3° Neuf, où il n'y a pas de microglobules, quoique non miscibles. Ainsi, par exemple, une goutte de sulfure de carbone sur la surface libre de l'eau ne forme pas un microglobule, mais s'étale et forme une lentille biconvexe plate, dont les deux faces ont presque la même courbure; on remarque, ici, des lentilles ressemblant à celles de gouttes de l'huile d'olive posées sur de l'eau un peu salie. Nous verrons, dans notre prochaine Communication, plus de détails concernant ce cas et son inverse, c'est-à-dire des liquides les moins denses sur les plus denses.

» 4° Enfin, les vingt-deux combinaisons restantes forment des microglobules.

» *Remarques.* — I. Quand le liquide formant microglobule est l'eau sur la surface de l'huile d'olive, on obtient des microglobules remarquables par leurs dimensions et leur netteté. En suspendant un miroir plan au-dessus du vase de l'expérience sous un angle de 45° avec l'horizon, on peut mesurer par le cathétomètre les plus grands diamètres des faces inférieures. Deux des plus grands microglobules nous ont donné pour diamètres $3^{mm},9$ et $4^{mm},7$. La même chose a lieu en substituant la solution d'hyposulfite de soude ou l'acide chlorhydrique à l'eau. II. Nous n'avons pas pu obtenir de microglobules mercuriels sur la surface du chloroforme, sulfure de carbone, acide chlorhydrique et térébenthine; car toutes les microsphères mercurielles que nous avons pu former étaient plus pesantes qu'il ne fallait. Ensuite la grande vaporisation de ces substances et surtout du sulfure de carbone nuit un peu à la formation de ces microglobules. III. Le pétrole et l'alcool ont presque la même densité; et, si l'alcool n'est pas au degré 100, sa densité peut atteindre et dépasser celle du pétrole. Quand on fait tomber une goutte de pétrole sur l'alcool, elle pénètre dans le liquide et se meut vers le bas en prenant la forme d'un ellipsoïde de révolution allongé dont l'axe de révolution est horizontal; quand elle reste en équilibre dans des couches équidenses, elle prend la forme d'équilibre, c'est-à-dire elle

devient une sphère. On peut, avec le pétrole et l'alcool convenablement titré, répéter les célèbres expériences de Plateau sur l'équilibre des liquides sans pesanteur. IV. Enfin, on sait que l'eau dissout un peu de sulfure de carbone et de chloroforme (Troost, *Chimie*, p. 354 et 740); quand on a, par conséquent, une goutte de sulfure de carbone ou de chloroforme sur l'eau, on ne peut pas considérer le Tableau de M. Quincke comme applicable, car la tension superficielle de l'eau du vase avec l'air diminue constamment pendant que la dissolution continue [1]. »

PHYSIQUE. — *Effets de la pesanteur sur les fluides au point critique.* Note de M. Gouy.

« Dans les travaux relatifs au point critique, on ne semble pas s'être préoccupé de la compression de la masse fluide sous son propre poids, sans doute parce que les différences de pression produites par la pesanteur paraissent minimes vis-à-vis de la pression considérable du fluide. Mais, s'il en est ainsi, par contre, la compressibilité devient *infinie* au point critique et très grande à son voisinage, et il en résulte que la pesanteur produit des effets très notables, comme je vais essayer de le montrer.

» Considérons un vase renfermant du liquide et de la vapeur, et porté à la température critique. Les proportions sont supposées telles que la *pression critique* soit intermédiaire entre celles qui existent en haut et en bas du vase; cette pression critique existera donc à un certain niveau, que je nommerai *niveau critique*. En allant du haut en bas du vase, le volume spécifique v diminue à mesure que la pression p augmente, d'autant plus vite que $\frac{dv}{dp}$ est plus grand en valeur absolue. Mais on sait que la courbe isotherme qui figure la relation entre p et v possède, au point critique, un point d'inflexion où la tangente est parallèle à l'axe des v; par suite $\frac{dv}{dp}$ est infini au point critique et encore très grand pour les pressions très voisines, en sorte qu'il doit se produire, au niveau critique, une variation très rapide de la densité.

» On peut étudier la question dans tous ses détails au moyen des formules bien connues qui expriment, avec une exactitude suffisante, les propriétés des fluides. J'ai fait quelques calculs relatifs à l'acide carbo-

---

(1) Les conditions de l'équilibre vont être l'objet d'une Communication prochaine.

nique à sa température critique, au moyen de la formule de M. Van der Waals et de celle de M. Sarrau [1]. Les résultats étaient assez peu différents [2]; je ne donnerai que ces derniers. Dans le Tableau ci-dessous, p et v désignent la pression et le volume spécifique au point considéré, p_c et v_c les mêmes quantités au point critique. La première colonne donne la variation relative du volume $\frac{v - v_c}{v_c}$; la seconde, la variation de pression correspondante $p - p_c$ en millioniêmes d'atmosphère; la troisième colonne donne la cote h en millimètres [3] (par rapport au niveau critique) du point du vase où existent la pression p et le volume v.

$\frac{v - v_c}{v_c}$.	$p - p_c$.	h.
+0,030	−1466,2	+37,38
+0,020	− 490,3	+12,50
+0,010	− 68,45	+ 1,745
+0,005	− 9,006	+ 0,229
+0,003	− 1,985	+ 0,0506
+0,002	− 0,594	+ 0,0151
+0,001	− 0,0756	+ 0,00193
0	0	0 (niveau critique)
−0,001	+ 0,0758	− 0,00193
−0,002	+ 0,6173	− 0,0157
−0,003	+ 2,103	− 0,0536
−0,005	+ 9,219	− 0,235
−0,010	+ 83,05	− 2,117
−0,020	+ 723,87	−18,46
−0,030	+2645,9	−67,47

» Ce Tableau nous montre que, dans un vase de quelques centimètres de hauteur, il peut y avoir entre le haut et le bas une différence de densité de 5 à 6 pour 100. La variation s'accélère à mesure qu'on approche du niveau critique, et l'on voit qu'une hauteur de $0^{mm},5$ peut produire une différence de 1 pour 100; une hauteur de $0^{mm},004$, une différence de 1 pour 500. Le niveau critique forme donc une sorte de séparation entre

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1145.

(2) La formule de M. Van der Waals donne pour $p - p_c$ et h des nombres plus grands d'environ un quart (voir le Tableau ci-dessus).

(3) Ces cotes ont été calculées en admettant que la densité est partout égale à la densité critique 0,405, ce qui donne $0^{mm},0255$ pour un millionième d'atmosphère. L'erreur relative qui en résulte pour h n'atteint pas 3 pour 100.

la partie supérieure et la partie inférieure du fluide, de densités moyennes bien différentes, et qui doit, par les jeux de lumière qu'elle produit, simuler une surface liquide un peu indécise ([1]).

» Ces particularités sont dues, comme on le voit, à ce que le fluide se comprime sous son propre poids, à un degré tout à fait extraordinaire, et qui n'est pas une des moindres singularités que présentent les fluides au point critique.

» Si l'on fait les mêmes calculs pour des températures un peu supérieures à la température critique, on constate que la séparation nette au niveau critique est remplacée par une zone de transition graduelle; la variation de densité est d'autant plus lente et d'autant moins considérable que la température est plus différente de la température critique.

» Ces effets de la pesanteur doivent entrer en ligne de compte dans la discussion de la plupart des faits d'expérience relatifs au point critique; ils paraissent présenter tout au moins beaucoup d'analogie avec les faits constatés par MM. L. Cailletet et E. Colardeau dans leurs très intéressantes recherches *Sur l'état de la matière au voisinage du point critique* ([2]) et rapportés par ces savants à une cause différente. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation du fer dans un champ magnétique* ([3]). Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Joule, le premier, a signalé le fait qu'un barreau de fer doux, placé dans un champ magnétique, s'allongeait par suite de l'aimantation. Wertheim et M. G. Wiedemann ont, depuis lors, repris cette étude, soit en amplifiant mécaniquement la dilatation par des leviers, soit en la mesurant directement à l'aide d'un microscope.

» J'ai repris cette expérience avec un dispositif susceptible de fournir des mesures précises et propre à servir à la démonstration dans un cours : j'utilise, à cet effet, les franges des lames minces que M. Fizeau a mises à profit pour mesurer les dilatations thermiques des cristaux. Voici

---

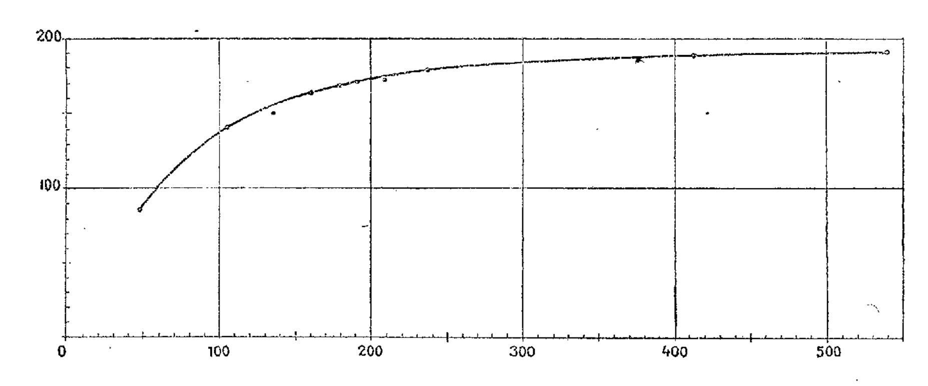
([1]) Au niveau critique, il n'y a pas discontinuité dans la densité δ, mais $\frac{d\delta}{dh}$ et $\frac{d^2\delta}{dh^2}$ deviennent infinis. Au-dessous de la température critique, il y a au contraire discontinuité à la surface liquide (abstraction faite des dimensions moléculaires).

([2]) *Journal de Physique*, 1889.

([3]) Cette Note a été présentée dans la séance du 31 octobre.

la description de l'appareil que j'ai installé, en 1890, au laboratoire de M. Lippmann, à la Sorbonne.

» Un trépied très solide, formé de trois madriers de chêne, supporte, outre un plateau supérieur très épais, une plate-forme située au milieu de sa hauteur; trois crapaudines, vissées sur cette plate-forme, servent de support aux trois vis calantes d'une masse de bronze, servant de base à la bobine magnétisante et à la barre de fer soumise à l'étude. Celle-ci, prolongée à chaque extrémité par une barre de cuivre de même diamètre, se trouve placée au centre de la bobine, dans la région où le champ magnétique est uniforme.



» L'extrémité de la barre de cuivre ainsi que la bobine traversent le plateau supérieur, percé, à cet effet, d'un large orifice circulaire. Un trépied à vis calantes, en bronze, soutient une lentille plan-convexe dont la convexité est tournée vers le haut. Les franges d'interférence se produisent entre la face plane de cette lentille et un plan de glace noire porté par la partie supérieure de la barre à étudier. Les dimensions et l'orientation de ces franges se règlent à l'aide des trois vis calantes du support de bronze.

» La lumière employée est la flamme d'un bec Bunsen dans laquelle est chauffé du bromure de sodium.

» Le courant était fourni par une batterie d'accumulateurs Gadot.

» L'intensité du champ magnétique se mesurait à l'aide d'une bobine auxiliaire que l'on introduisait dans la grande, à la place exacte du cylindre de fer, en notant l'impulsion d'un galvanomètre balistique.

» Quand on excite le champ, on voit aussitôt un déplacement des franges et celles-ci reprennent leur position primitive aussitôt qu'on interrompt le courant. L'effet est instantané et ne saurait se confondre

avec la dilatation thermique de la barre sous l'influence des aimantations et désaimantations successives, attendu que ce dernier effet amène un déplacement très lent des franges et toujours dans le même sens.

» Voici les résultats d'expériences faites à l'aide d'un barreau de fer doux ayant 52^{mm} de longueur et $19^{mm},5$ de diamètre :

Intensité du champ.	Nombre de franges déplacées.	Allongement.
		mm
49	0,85	0,000255
104	1,40	0,000412
135	1,50	0,000444
150	1,60	0,000467
160	1,62	0,000473
177	1,66	0,000483
190	1,68	0,000495
209	1,73	0,000509
238	1,80	0,000530
410	1,89	0,000556
540	1,91	0,000562

» La courbe qui représente les allongements en fonction de l'intensité du champ est asymptote à une droite parallèle à l'axe horizontal; elle présente une grande analogie de forme avec celle qui représente l'intensité d'aimantation en fonction de la force magnétisante. Elle appartient au type des courbes qu'on peut représenter par une équation de la forme

$$y = A(1 - e^{-ax}).$$

» J'indique ce dispositif, non pour fournir la valeur d'une constante magnétique du fer : cette constante change avec chaque échantillon; mais, à cause de sa précision et de sa généralité, il permettra facilement, quand besoin en sera, de déterminer sur un lingot donné la dilatation magnétique. De plus, tout l'appareil, bobine, barre et système optique étant porté par le même support, on se trouve soustrait aux causes d'erreur que comportent les expériences de franges dans lesquelles le corps mobile et le plan fixe sont portés par des supports isolés. Enfin, les franges d'interférence étant faciles à projeter, cet appareil, assez transportable, peut servir à montrer d'une manière élégante, dans un cours, le phénomène de la dilatation magnétique du fer [1]. »

---

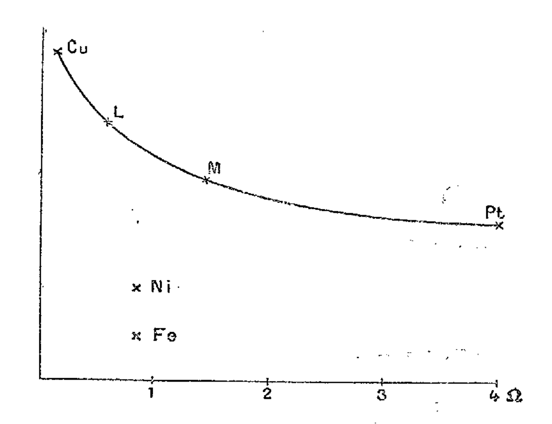
[1] Ce Travail a été fait au laboratoire des Recherches (Physique) à la Sorbonne.

ÉLECTRICITÉ. — *De la dissipation de l'énergie électrique du résonateur de M. Hertz*. Note de M. V. **Bjerknes**, présentée par M. Poincaré.

« En introduisant dans son résonateur des fils conducteurs de métaux différents, M. Hertz a établi que ni la résistance, ni le magnétisme du métal n'entraînent aucun changement sensible de la longueur de l'étincelle secondaire ([1]). On serait tenté d'en conclure que les oscillations sont complètement indépendantes de la nature du métal; mais cette indépendance n'est qu'apparente.

» Dans mes recherches, j'ai employé un résonateur de forme circulaire de $0^{m},40$ de diamètre et d'une période complète (double) de 14.10^{-8} seconde. Les pôles avaient la forme de disques verticaux parallèles, à $0^{m},008$ l'un de l'autre, et ayant $0^{m},03$ de diamètre. Dans le champ, qui constitue l'intervalle entre ces disques, était suspendue, comme aiguille d'électromètre, par un fil de quartz, une feuille d'aluminium formant avec l'azimut des disques un angle de 45°. Au lieu de l'étincelle secondaire, on observe la déviation de cette aiguille.

» Employant maintenant, dans ce résonateur, l'un après l'autre, des fils conducteurs géométriquement identiques, mais de métaux différents, j'ai obtenu des déviations très différentes. Par la figure ci-jointe, j'ai représenté les résultats qu'ont fournis six fils de $0^{mm},5$ de diamètre, en cuivre



([1]) H. Hertz, *Ausbreitung der electrischen Kraft*, p. 50.

(Cu), en laiton (L), en nickel (Ni), en fer (Fe), en maillechort (M) et en platine (Pt) : la résistance du fil est figurée par l'abscisse, et l'ordonnée donne la déviation obtenue à l'électromètre.

» Le résultat que présente cette figure paraît, à première vue, singulièrement contraire à celui qu'a trouvé M. Hertz. Je crois cependant que cette divergence n'est due qu'à la différence des méthodes. Les oscillations du résonateur commencent à zéro et tendent rapidement vers un maximum pour décroître ensuite graduellement. Par l'étincelle, évidemment, on mesure la hauteur qu'atteint ce maximum; par l'électromètre on mesure la somme de toutes les oscillations. Par suite de l'amortissement, cette somme peut comporter des valeurs très différentes sans entraîner de variations sensibles de la hauteur qu'atteint le maximum. Par conséquent, les observations de M. Hertz montrent que le résonateur accueille toujours la même quantité d'énergie électrique; les mesures électromagnétiques prouvent que cette énergie se dissipe plus ou moins vite suivant la nature du métal.

» Le point capital serait donc la dissipation. Les lois qui y président sont représentées indirectement par la figure, une petite ordonnée correspondant à une dissipation rapide. On y voit que les quatre métaux non magnétiques se rangent sur une courbe à ordonnées uniformément décroissantes. Au contraire, les deux métaux magnétiques, c'est-à-dire le fer et le nickel, sont absolument au dehors de la courbe, et le plus magnétique de ces métaux est aussi celui qui se trouve le plus éloigné de la courbe. Nous arrivons donc à la conclusion que voici :

» *La rapidité avec laquelle s'effectue la dissipation de l'énergie électrique du résonateur est augmentée par l'accroissement de la résistance et du magnétisme du fil conducteur.*

» Cette dissipation peut s'opérer de deux manières différentes : par radiation à travers le milieu diélectrique ou par transformation en chaleur dans le fil conducteur. L'influence considérable qu'ont ici les constantes physiques des métaux paraît indiquer la transformation en chaleur comme la cause principale. Cette transformation a lieu dans la mince couche superficielle où circulent les courants électriques. J'ai essayé de déterminer l'épaisseur de cette couche, dans le but d'approfondir la question.

» Pour y arriver, je couvris le fil de fer de couches électrolytiques de cuivre de plus en plus épaisses et je constatai que les déviations de l'électromètre augmentaient en s'approchant asymptotiquement de la valeur que ces déviations avaient dans le cas du fil de cuivre solide : la différence

des fils s'effaçait à partir du moment où la couche eut dépassé l'épaisseur de $0^{mm},01$.

» Ensuite, je couvris le fil de cuivre de couches électrolytiques de fer : une couche de $0^{mm},0002$ d'épaisseur exerçait déjà une influence notable. Les déviations s'approchaient très rapidement de la valeur qu'elles avaient dans le cas du fil de fer solide, et la différence des fils s'effaçait déjà à partir du moment où la couche eut dépassé l'épaisseur de $0^{mm},003$.

» *Nous en concluons que les courants pénètrent moins profondément dans les métaux magnétiques que dans les métaux non magnétiques.*

» Ce résultat explique le rôle que joue le magnétisme dans la dissipation de l'énergie électrique. Les courants étant reserrés dans une couche plus mince, on aura une résistance plus forte et par suite un développement de chaleur plus intense. Cette explication est conforme à la théorie établie déjà par Lord Rayleigh et par M. Stefan.

» Remarquons enfin que la pénétration des courants alternants dans les métaux est un phénomène de même nature que la pénétration de la lumière dans les métaux. Les résultats que nous venons d'obtenir suffisent à prouver que les métaux sont plus transparents vis-à-vis des ondulations lumineuses, ce qui s'accorde parfaitement avec la théorie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'égalité de potentiel au contact de deux dépôts électrolytiques d'un même métal.* Note de M. G. **Gouré de Villemontée**, présentée par M. Mascart.

« Dans un Mémoire publié antérieurement (Thèse pour le doctorat, Faculté des Sciences de Paris, n° 635, année 1888), j'ai établi la possibilité d'obtenir par galvanisation deux plateaux métalliques ne présentant au contact aucune différence de potentiel.

» Les intensités des courants produits par des éléments Daniell étaient alors inférieures à 1 ampère et les densités de courant comprises entre 0,06 et 1.

» L'emploi d'accumulateurs chargés par une machine dynamo m'a permis de faire varier les densités des courants dans des limites beaucoup plus étendues et de généraliser mes premiers résultats.

» J'ai préparé des dépôts de cuivre, 1° sur des disques de laiton et des plaques de cuivre avec des courants d'intensité comprise entre $0^{a},23$ et $0^{a},9$; 2° sur de la grenaille de plomb, la plus fine du commerce, avec des courants d'intensité comprise entre $3^{a},5$ et 24^{a}.

» J'ai déterminé la différence de potentiel dans l'air, 1° entre un dépôt de cuivre dû à un courant dont la densité était 0,19 et les dépôts de cuivre produits avec les densités de courant

0,19	0,02	0,03	0,05	0,06;

2° entre le cuivre déposé par un courant de densité 0,99 et des couches de cuivre obtenues sur cuivre avec des densités de courant

0,99	0,77;

3° entre le cuivre électrolytique préparé avec une densité de courant 0,99 et les dépôts de cuivre obtenus sur la grenaille de plomb avec des densités de courant

0,99	1,99	3,98	4,82
6,81	9,65	13,63	»

» Les dépôts électrolytiques n'ont subi aucun travail mécanique et aucune altération chimique depuis la sortie des bains.

» Les différences de potentiel ont été évaluées par la méthode suivante : J'ai formé avec les plaques à étudier ou la grenaille de plomb cuivrée, répandue uniformément sur un plateau, un condensateur dont j'ai réuni les armatures par un fil pouvant contenir une force électromotrice variable. La force électromotrice, prise sur le fil, nécessaire pour rendre nulle la charge des deux plateaux, était égale et de signe contraire à celle qui existait entre les plateaux. La charge des plateaux a été observée avec un électromètre de Hankel très sensible, employé comme électroscope. Dans un grand nombre d'expériences, l'erreur maxima a été inférieure à $0^v,001$; dans toutes les expériences, l'erreur maxima a été inférieure à $0^v,005$.

» La différence de potentiel au contact de tous les dépôts étudiés a été trouvée nulle. Le rapport des densités des courants de galvanisation avait varié de 0,01 à 17,70.

» On peut donc énoncer le résultat suivant : *La différence de potentiel au contact de deux dépôts électrolytiques d'un même métal, lorsque les dépôts n'ont subi aucun travail mécanique et aucune altération chimique, est indépendante de la densité des courants de galvanisation* (¹). »

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le pouvoir rotatoire des sels de diamines.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'étude des sels de diamines dérivés d'un acide actif est intéressante au point de vue du pouvoir rotatoire. Ces sels sont stables quand un acide bien défini se combine à une base énergique telle que l'éthylène-diamine.

» *Diacétyltartrates.* — L'acide diacétyltartrique saturé par l'éthylène-diamine donne un sel neutre très soluble dans l'eau qui, par évaporation, l'abandonne sous forme incristallisable. $2^{gr},30$ de ce sel, dissous dans 20^{cc} d'eau et observés sur une longueur de $0^{m},20$, dévient à gauche de $-2^{\circ}56'$.

» Le *sel acide* est soluble dans l'eau, cristallise en longs prismes voisins du prisme droit et fortement lévogyres. Dans les mêmes conditions que précédemment et pour le même poids d'acide, la déviation s'élève à $-3^{\circ}55'$.

» *Tartrates d'éthylène-diamine.* — Le sel neutre cristallise en lamelles feuilletées, très solubles dans l'eau et dextrogyres. $1^{gr},2$ d'acide tartrique, neutralisé par la base et formant avec la solution de celle-ci un volume de 20^{cc}, donne une déviation de $4^{\circ}54'$ pour une longueur de $0^{m},20$. La même longueur, observée sur une dissolution quatre fois plus étendue, accuse une déviation quatre fois moindre, soit $1^{\circ}14'$, la température étant 18° dans les deux cas.

» Voilà donc un exemple qui paraît démontrer que la dissociation de ces sels par l'eau est extrêmement faible.

» *Tartrate acide.* — Ce composé est, comme le sel correspondant de potasse, très peu soluble dans l'eau : il se précipite quand on ajoute de l'acide tartrique à la solution du sel neutre. Vers 12°, il est soluble dans trente fois son poids d'eau environ, plus soluble à chaud. La solution est nettement dextrogyre.

» En résumé, tous ces sels dévient du même côté que l'acide générateur. Ils font, pour la plupart, exception aux règles indiquées par M. Guye. Envisageons, en effet, l'acide diacétyltartrique qui est gauche et son anhydride qui est droit.

$$\begin{array}{c} \mathrm{H} \\ | \\ (\mathrm{C^2H^3O^2})\text{–}\mathrm{C}\text{–}\mathrm{CO^2H} \\ | \\ (\mathrm{C^2H^3O^2})\text{–}\mathrm{C}\text{–}\mathrm{CO^2H} \\ | \\ \mathrm{H}\ \text{acide} - \end{array} \qquad \begin{array}{c} \mathrm{H} \\ | \\ (\mathrm{C^2H^3O^2})\text{–}\mathrm{C}\text{–}\mathrm{CO} \\ | \\ (\mathrm{C^2H^3O^2})\text{–}\mathrm{C}\text{–}\mathrm{CO} \\ | \\ \mathrm{H}\ \text{anhydride} + \end{array} \!\!\Big\rangle \mathrm{O}.$$

» Avec M. Guye, supposons dans le même plan les quatre atomes H, C, C, H et admettons que la droite H–C–C–H soit la trace de ce plan de symétrie sur le plan du tableau. Sur la gauche du plan de symétrie, dans l'acide, il y a une masse $2(C^2H^3O^2)$ qui est plus lourde que la masse de droite $2(CO^2H)$; c'est pourquoi, d'après M. Guye, on peut admettre que l'acide est lévogyre. Ainsi que je l'ai fait remarquer, il devrait, *a fortiori*, en être ainsi de l'anhydride; MM. Guye et Le Bel supposent que cette anomalie est due à l'existence du groupe fermé $\begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix}\!\!>\!O$ qui dérange la position des atomes H, C, C, H.

» Or, dans le tartrate neutre d'éthylène-diamine, il existe aussi une chaîne fermée, et cependant le pouvoir rotatoire de ce sel n'est pas de sens contraire au pouvoir de l'acide tartrique.

» Dans le diacétyltartrate neutre, il existe non seulement une chaîne fermée, mais le poids de cette chaîne, située aussi à gauche, est plus considérable que la masse placée à droite du plan de symétrie et le bras de levier de cette chaîne paraît considérable aussi, d'après le schéma

$$\begin{matrix} & H & & & \\ & | & & & \\ (C^2H^3O^2)- & C & -CO^2-AzH^3- & CH^2 & \\ & | & & | & . \\ (C^2H^3O^2)- & C & -CO^2-AzH^3- & CH^2 & \\ & | & & & \\ & H & & & \end{matrix}$$

Et, malgré toutes ces conditions concordantes, ce sel, au lieu d'être dextrogyre comme l'anhydride, est lévogyre comme l'acide diacétyltartrique.

» Quant au sel acide qui n'a pas de chaîne fermée, il est aisé de constater que la masse $C^2H^3O^2$ qui se trouve à gauche de l'un des carbones asymétriques est moins lourde que la masse placée à droite de ce même carbone, et pourtant ce sel n'est pas dextrogyre.

» Donc le produit d'asymétrie que j'ai trouvé en défaut pour les composés moléculaires, pour certaines classes de sels, pour les anhydrides (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 418), ne s'applique pas davantage à cette nouvelle classe de corps.

» Je ne pense pas, comme MM. Le Bel et Guye, que l'on doive laisser de côté les dissolutions salines, auxquelles d'ailleurs ce dernier emprunte 27 pour 100 des exemples cités à l'appui de sa règle. Il me semble, au contraire, que l'on pourrait éclairer ce point par l'extension d'une notion qui est l'expression même des faits et que j'appelle la *notion de la conservation du type moléculaire :* quand, sans altérer sa nature intime, un corps

actif donne directement naissance à une série de composés et inversement, il communique à ceux-ci ses propriétés actives. C'est ainsi que tous les tartrates sont actifs parce qu'ils procèdent d'un ascendant actif qu'ils peuvent régénérer, ou bien, si l'on préfère, parce que le type dissymétrique de l'acide tartrique *se conserve* dans ses dérivés.

» En vertu du même principe, un acide inactif ne peut avoir de sels actifs. Or ce point, qui paraît évident, est en contradiction avec la théorie du carbone asymétrique. Et cette conception qui, traduction absolue de la tétratomicité du carbone, est impuissante à expliquer la formation des racémiques, prévoit en revanche que certains citrates, tartronates, isosuccinates, glycérolates, etc., possèdent le pouvoir rotatoire, bien que la glycérine et les acides citrique, tartronique, etc., soient inactifs. Mettons ce point en évidence :

» Les recherches de M. Grimaux ont établi que le carbone central dans l'acide citrique est lié à deux radicaux identiques $CH^2.CO^2H$, ce qui explique l'inactivité de cet acide. Si alors l'un de ces deux groupements devient $CH^2.CO^2Na$, le carbone central devient asymétrique [1].

» De même la substitution du potassium à l'hydrogène dans la glycérine donne les corps suivants susceptibles d'activité, quoique la molécule glycérine ou la molécule citrique n'ait pas subi d'altération intime :

$$\begin{array}{c} CH^2.OK \\ | \\ H-C-OH \\ | \\ CH^2.OH. \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{c} CH^2.OK \\ | \\ H-C-OK \\ | \\ CH^2.OH. \end{array}$$

» Ces réserves faites au principe du carbone asymétrique, je reviens sur le sens du pouvoir rotatoire : si l'on étendait aux sels stables le principe de la conservation du type moléculaire, on comprendrait qu'un même dissolvant sans action immédiate sur l'acide ou sur les sels n'altérât pas le sens du pouvoir rotatoire; et l'on trouverait naturel que les tartrates, par exemple, fussent droits en solution aqueuse comme l'acide générateur, tandis que les diacétyltartrates sont gauches dans les mêmes conditions et pour le même motif : cela avec ou sans chaîne fermée, en conformité ou non avec le produit d'asymétrie.

---

(1) A cette question : La présence d'un carbone asymétrique suffit-elle pour donner l'activité optique? M. Van t' Hoff, invoquant les expériences de M. Le Bel, répond affirmativement (voir *Dix ans dans l'histoire d'une théorie*, 2e édition, p. 48 et 49. Rotterdam, 1887). Depuis 1887 aucun stéréochimiste ne s'est élevé contre l'affirmation de M. Van t' Hoff.

» Je ne prétends pas qu'en un sujet aussi délicat une règle unique fasse disparaître toutes les difficultés, ni que la remarque précédente soit d'une application toujours facile, puisque M. Wislicenus prétend qu'il est impossible d'obtenir à l'état d'individu chimique dissous dans l'eau certains corps actifs à fonctions mixtes; tel l'acide lactique dont la solution renferme toujours un anhydride. Mais cette remarque m'a paru d'un caractère assez simple et assez général pour être signalée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage volumétrique des alcaloïdes.* Note de M. E. **Léger.**

« Sous ce titre, il a paru, dans les *Comptes rendus* du 10 octobre, une Note de M. L. Barthe qui a été l'objet d'une réclamation de priorité faite par M. Harsten, au nom de M. Plügge (*Comptes rendus,* 24 octobre). Qu'il me soit permis de faire remarquer que les faits essentiels relatés dans la Note ci-dessus, ainsi que dans celle qui fait le sujet de la réclamation de M. Harsten, ont été publiés par moi en 1885 dans une Note insérée au *Journal de Physique et de Chimie,* t. XI, p. 425, Note intitulée : *Nouvelle application de la phénolphtaléine à l'analyse volumétrique.*

» Dans cette Note, j'établis l'indifférence des alcaloïdes vis-à-vis de la phénolphtaléine et je conclus ainsi :

» 1° Il est possible de doser volumétriquement un acide combiné à certains alcaloïdes aussi facilement et aussi exactement que s'il s'agissait d'un acide libre.

» 2° Cette détermination peut servir à reconnaître, dans une certaine mesure, la pureté d'un sel d'alcaloïde.

» Mon travail étant antérieur de deux ans à celui qui est visé par M. Harsten dans sa réclamation, je crois que la question de priorité doit être jugée en ma faveur. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fixation de l'azote libre par les plantes.* Note de MM. **Th. Schlœsing** fils et **Em. Laurent**, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de recherches dont nous avons, l'an passé, entretenu l'Académie, nous avons vu qu'il y avait des plantes vertes inférieures capables de fixer l'azote libre de l'atmosphère; après la fixation, nous avons retrouvé dans les plantes tout l'azote fixé, tandis que le sol sous-jacent ne s'était pas enrichi en azote. Lorsqu'on songe à l'universelle diffusion des

plantes inférieures à la surface des sols, leur faculté d'absorber de l'azote libre apparaît comme devant tenir une grande place dans les faits agricoles; aussi avons-nous jugé utile de nous arrêter encore à l'étudier.

» Il y a un an, les plantes inférieures venues dans nos expériences étaient un mélange de mousses et d'algues diverses, accompagnées, sans aucun doute, de bactéries. C'est à ce mélange que la fixation d'azote libre devait être attribuée. Le progrès que nous avons réalisé cette année consiste principalement en ce que nos cultures ont été, en général, beaucoup moins complexes, quelques-unes même à peu près pures.

» M. Bornet a bien voulu déterminer les algues que nous avons obtenues. Nous lui sommes extrêmement reconnaissants de la bienveillance qu'il nous a témoignée en cette circonstance et le prions d'agréer nos vifs remerciements. Nous n'indiquerons ci-après que sommairement la composition de nos cultures, nous réservant d'en donner, dans un Mémoire détaillé, une description plus complète.

Cultures faites sur 600gr *de sous-sol de Montretout, ensemence avec un peu de délayure d'un mélange de plusieurs terres. Durée : six mois.*

	Méthode directe. Azote gazeux				Méthode indirecte.					Azote dans les plantes.	Matière végétale formée	
			en plus		Azote			En plus				Taux
	au début.	à la fin.	au début.	à la fin.	initial.	final.		au début.	à la fin.		Poids.	p. 100 d'azote
	cc	cc	cc mg		mg	mg	mg		mg	mg	mg	
I....	982,9	931,2	51,7 = 65,0	»	73,5	S (1) 78,3 / I (2) 57,8	136,1	»	62,6	69,3	1476	4,7
II...	847,1	817,6	29,5 = 37,1	»	73,5	S 57,1 / I 57,7	114,8	»	41,3	47,7	1148	4,2
Cultures sur 600gr *de sable quartzeux sensiblement exempt d'azote, ensemencé comme plus haut. Durée : cinq mois.*												
III..	1047,0	1017,8	29,2 = 36,8	»	1,0	S 33,2 / I 3,0	36,2	»	35,2	32,8	827	4,0
IV...	»	»	»	»	1,0	S 30,4 / I 3,6	34,0	»	33,0	29,7	543	5,5
Cultures sur 600gr *de sous-sol de Montretout, ensemence comme il est dit plus bas, pour* V *et* VI*; durée, trois mois. Même sous-sol sans ensemencement pour* VII *et* VIII*; durée, neuf mois.*												
V....	1069,5	1069,4	0,1 = 0,1	»	68,4	S 17,0 / I 51,0	68,0	0,4	»	10,4	193	5,4
VI...	784,8	785,1	»	0cc,3 = 0mg,4	66,4	S 17,7 / I 48,8	66,5	»	0,1	12,8	333	3,8
VII..	740,3	739,8	0,5 = 0,6	»	66,4	67,5		»	1,1	»	»	»
VIII.	580,1	578,7	1,4 = 1,8	»	»	»		»	»	»	»	»

(1) S, couche superficielle, de 2mm à 4mm d'épaisseur.
(2) I, sol intérieur, tout le sol situé au-dessous de la couche superficielle.

» I et II. Cultures essentiellement constituées par un mélange de *Nostoc punctiforme* Hariot et de *Nostoc minutum* Desmazières.

» III. Culture à peu près pure de *Nostoc punctiforme*.

» IV. Culture de *Nostoc punctiforme* moins pure que la précédente.

» V. Culture de deux mousses (*Brachythecium rutabulum* et *Barbula muralis*) obtenues par repiquage de petites touffes isolées qui se sont reliées dans la suite.

» VI. Culture à peu près pure d'une Oscillariée, *Microcoleus vaginatus;* on l'a obtenue en semant sur le sol un peu d'algue délayée dans de l'eau distillée.

» VII et VIII. Témoins sans culture, ou plus exactement ne comprenant que quelques îlots d'algues peu importants.

» On voit, par ce qui précède, que la fixation d'azote libre a été abondamment réalisée dans les cultures I, II, III et IV ([1]); le fait est indubitable. Dans ces cultures, dominaient de beaucoup certaines algues bien déterminées. Il est assez curieux qu'avec une culture d'algues voisines (VI), on n'ait pas eu de fixation sensible. Si la différence tient vraiment à la nature des algues, il ne faut pas trop s'en étonner. Entre des êtres en apparence peu dissemblables, ne rencontre-t-on pas, dans le monde des bactéries, des différences aussi grandes? Les témoins VII et VIII, sols à peu près dénués de végétations, n'ont point fixé d'azote en quantité appréciable.

» Il était intéressant de connaître exactement l'azote que renfermaient en propre les plantes, indépendamment de la couche superficielle de sol dont on ne peut matériellement les séparer. On a cet azote ([2]) en retranchant de l'azote total compris dans la couche superficielle celui qui correspond au poids de cette couche, supposée au même taux que le sol sous-jacent. Ainsi ont été obtenus les chiffres figurant au Tableau sous la rubrique *azote des plantes*. Ces chiffres ont permis d'établir, concurremment avec les poids de matière végétale formée (résultant de dosages de carbone), le taux d'azote des plantes sèches, lequel est à peu près de 4 à 5 pour 100. Ils ont, de plus, fait nettement ressortir ce fait fondamental, déjà constaté il y a un an : lorsqu'il y a eu fixation, l'azote absorbé s'est retrouvé dans les plantes inférieures développées; les plantes l'avaient fixé dans leurs tissus; l'entrée en combinaison de l'azote libre a pu trouver

---

([1]) La fixation moyenne dans les expériences de I à IV, rapportée à l'année entière, a été de 93^{mg} pour une surface de $1^{dmq}\frac{3}{4}$, soit de 53^{mg} par décimètre carré ou de 53^{kg} par hectare. Le développement des algues est sans doute moindre, en général, dans la nature, où la sécheresse l'entrave souvent, que dans nos expériences. Néanmoins il y doit jouer un rôle considérable au point de vue de la statique de l'azote.

([2]) Avec un peu d'azote supplémentaire provenant de l'assimilation d'azote nitrique quand le sol contenait des nitrates.

ainsi dans l'action chlorophyllienne l'énergie qui lui est nécessaire; c'est là un point sur l'importance duquel il est inutile de s'appesantir.

» Nous trouvons donc que la fixation de l'azote libre est réalisée par des plantes inférieures poussant à la surface des sols, au lieu de se faire, comme le dit M. Berthelot, dans les profondeurs sous l'action de microbes. M. Berthelot, comme tous ceux qui ont expérimenté sur la terre humide non stérilisée, a rencontré dans ses expériences ces plantes superficielles, qu'il est moins aisé d'éviter que de laisser venir. Il les a considérées comme n'étant pas le siège de la fixation ou même comme y faisant obstacle ([1]). Pour lui, c'est dans la *masse totale* du sol et non dans la couche superficielle *que résident les agents fixateurs d'azote, quelle qu'en soit la nature* ([2]). La divergence entre ses vues et nos résultats est bien marquée; elle ne concerne pas seulement le siège de la fixation; elle porte aussi sur une différence essentielle dans la nature des agents fixateurs. Dans ces conditions nous ne saurions admettre l'opinion émise par M. Berthelot dans sa dernière Note, d'après laquelle nous sommes des expérimentateurs *venus à la dernière heure, qui se sont bornés à vérifier sa découverte et à en préciser le mécanisme dans des cas particuliers.* »

Observations relatives à la Note précédente; par M. **Duclaux.**

« Je me crois obligé d'accompagner de quelques mots la Note précédente. C'est moi qui ai poussé MM. Schlœsing fils et Laurent dans la voie difficile qu'ils viennent de parcourir avec tant de succès. Ce ne sont donc pas des élèves de notre confrère M. Schlœsing, comme le dit M. Berthelot dans sa Note de la séance dernière, mais les miens, si tant est qu'ils soient encore les élèves de quelqu'un. Je leur avais donné le conseil de reprendre les expériences d'Hellriegel et Wilfarth, sur la fixation de l'azote par les légumineuses, et de les répéter dans des conditions qui ne laissent plus aucune place au doute. C'est ce qu'ils ont fait par des procédés qui leur appartiennent, avec une sûreté et une précision qui n'avaient pas encore été égalées dans cet ordre de recherches. Dans cette partie de leur œuvre, ils ne prétendent pas avoir fait une découverte; elle était

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 481 et 484.

([2]) *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. I, 3e fasc., p. 409; 1890.

faite. Ils peuvent réclamer le mérite d'avoir mis hors de toute discussion un fait des plus importants pour l'agriculture.

» Dans ces recherches, ils étaient très loin de la question étudiée par M. Berthelot, qui est celle de la fixation de l'azote par les terres nues, en l'absence de plantes supérieures. La force des choses les a conduits à s'en rapprocher. Leurs expériences comportaient des *vases témoins* où l'on n'avait pas semé de légumineuses. Ces vases fixaient-ils ou non de l'azote? L'expérience leur montra qu'il n'y avait aucune fixation d'azote gazeux dans ceux qui renfermaient la terre nue, avec tous les microbes qui la peuplent, mais qu'il y avait fixation d'azote dans ceux qui présentaient à la surface des végétations superficielles, formées d'organismes microscopiques chlorophylliens.

» Ils en ont conclu, et cette conclusion se trouve confirmée et précisée par la Note présente, que ce sont ces algues microscopiques qui président à la fixation de l'azote gazeux.

» Ces algues, qui poussent si facilement sur les terres humides laissées à la lumière, ne pouvaient pas ne pas attirer l'attention de tous les savants qui se sont livrés à l'étude de ces problèmes. M. Berthelot, en particulier, les signale à plusieurs reprises dans ses Mémoires, leur attribue tantôt un rôle utile, tantôt un rôle fâcheux dans la fixation de l'azote gazeux, et finalement se décide à attribuer cette fixation aux êtres microscopiques qui habitent la masse du sol.

» La masse comprend évidemment la surface, mais ces deux régions se distinguent bien par les phénomènes physiologiques qui s'y produisent. Dans la profondeur vivent les microbes, en prenant ce mot dans le sens que lui a donné M. Pasteur pour les êtres dont il a montré le rôle dans l'économie générale du monde. A la surface vivent des végétaux chlorophylliens, empruntant leur force à une autre origine, et constructeurs de matières organiques, alors que les premiers sont au contraire destructeurs.

» Les travaux de MM. Schlœsing fils et Laurent font passer quelques-uns de ces végétaux microscopiques au rang de constructeurs de matière azotée aux dépens de l'azote de l'air ; ils changent complètement le point de vue auquel on pouvait se placer en partant des travaux et des conclusions de M. Berthelot, et notre illustre confrère, tout en conservant le mérite d'avoir le premier vu que la fixation d'azote sur la terre est le résultat d'un phénomène vital, ne peut manquer de reconnaître à MM. Schlœsing fils et Laurent le mérite d'avoir substitué une démonstration précise à des notions jusque-là incertaines. »

Observations sur les Communications précédentes; par **M. Berthelot.**

« Le fait fondamental de la fixation de l'azote sur la terre par suite d'un phénomène vital est reconnu désormais, et notre confrère, M. Duclaux, veut bien m'en attribuer la découverte. C'était l'objet essentiel de ma réclamation et je le remercie de m'avoir donné satisfaction à cet égard. J'en ai fourni une démonstration précise, par des expériences et des analyses, trop nombreuses pour qu'il y ait lieu d'en rappeler le détail. J'ajouterai que ces expériences ont constaté que la *fixation de l'azote* a lieu, à la fois, *à la surface du sol* et dans *sa masse tout entière,* analysées séparément, ainsi qu'on peut le lire aux pages 776 et 777 du tome CI des *Comptes rendus* (1885); on y trouvera les analyses de trois sols différents, examinés à ce double point de vue. Ce phénomène s'applique, ainsi que je l'ai constamment déclaré, à des sols privés de végétaux supérieurs, mais peuplés d'êtres vivants et d'organismes inférieurs ([1]). Parmi ces êtres, « formés » de cellules isolées ou groupées, analogues à celles des végétaux supé- » rieurs », il en est qui fixent l'azote atmosphérique sur leurs tissus. Mais il restait à en déterminer la nature spécifique : c'est là une question nouvelle, née de la solution que j'avais donnée à la précédente, et sur laquelle je suis resté indécis.

» J'ai continué à en poursuivre l'étude, comme en témoignent les recherches récentes que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie. Aussi me suis-je empressé d'applaudir, il y a un an (30 novembre 1891; *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 778), aux observations faites par MM. Schlœsing fils et Laurent pour l'approfondir. Ils ont établi le rôle spécifique de certaines algues et végétaux inférieurs, doués de chlorophylle, qui vivent dans les parties superficielles du sol, et je n'ai jamais refusé de reconnaître à cet égard le mérite de leurs travaux.

» Ajoutons cependant que les algues vertes ne sont assurément pas les seuls micro-organismes possédant cette fonction; car la fixation de l'azote

---

([1]) Les mots de *terre nue* et de *microbes,* susceptibles de prêter à équivoque, ne sont même pas prononcés dans ce premier Mémoire. Pour préciser, je rappellerai que j'ai constamment employé le mot de *terre nue,* comme synonyme de terre simplement privée de végétaux supérieurs; et le mot *microbes,* comme comprenant en général tout petit organisme et plante inférieure; ainsi qu'il est facile de s'en assurer par la lecture de mes Mémoires. Je le rappelle, pour éviter sur ce point toute discussion de mots.

peut avoir lieu aussi dans l'épaisseur du sol, pourvu que l'oxygène y circule, d'après mes observations. Elle a lieu également sous l'influence d'organismes inférieurs incolores et qui semblent privés de chlorophylle, comme je l'avais déjà remarqué antérieurement et comme je l'ai prouvé récemment, en opérant en présence de l'acide humique; c'est-à-dire en isolant du sol quelques-uns de ses principes organiques, susceptibles de servir d'aliments et de supports à ces micro-organismes. Il est possible même que, pour trouver l'origine première du phénomène, il faille remonter à des organismes plus simples encore, communs aux êtres privés de chlorophylle, à ceux qui en renferment et à ceux qui se développent dans les tubercules radicaux des Légumineuses : je poursuis depuis quelque temps la recherche de leur existence. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la γ-achroglobine, nouvelle globuline respiratoire.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai déjà décrit deux globulines incolores, qui possèdent les mêmes propriétés d'oxygénation et de désoxygénation que l'hémoglobine, l'hémocyanine, la pinnaglobine et les autres substances respiratoires du sang des Invertébrés. Ces globulines incolores sont :

» L'α-achroglobine du sang de la *Patella* (¹);

» La β-achroglobine du sang des *Chitons* (²).

» J'ai extrait une troisième globuline du sang des *Tuniciers,* et elle a été nommée *γ-achroglobine.*

» Ces globulines respiratoires se dissolvent également dans les carbonates et phosphates alcalins. Leurs solutions dans les sels neutres se coagulent par la chaleur. Elles précipitent par un excès de sulfate de magnésium ou de chlorure de sodium.

» La méthode qui m'a permis d'extraire la globuline respiratoire du sang des *Tuniciers* (*Ascidia, Molgula, Cynthia*) a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXV, p. 259.

» La moyenne de quatre analyses m'a conduit à la formule

$$C^{721}H^{915}Az^{194}SO^{183}.$$

(¹) *Comptes rendus,* t. CXV, nº 4.

(²) *Ibid.,* t. CXV, nº 14.

» La γ-achroglobine existe à deux états, c'est-à-dire à l'état de γ-oxyachroglobine et γ-achroglobine réduite. Lorsque, par le vide, les réducteurs et l'action des bactéries, la γ-oxyachroglobine a perdu tout l'oxygène apte à être enlevé par dissociation, elle s'est transformée en la γ-achroglobine réduite ou γ-achroglobine dénuée d'oxygène actif. La γ-achroglobine se combine avec le méthane, l'oxyde de carbone et l'acétylène, et ces combinaisons incolores sont dissociables dans le vide.

» J'ai trouvé, en employant la pompe à mercure, que 100^{gr} de cette globuline respiratoire absorbent 149^{cc} d'oxygène, à 0° et 760^{mm} (1).

» Quand elle est dissoute dans une solution diluée de sulfate de magnésium, son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est

$$[a]_D = -63^\circ.$$

» Il est très probable que plusieurs substances incolores respiratoires existent dans le sang des Invertébrés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'axinite des Pyrénées, ses formes et les conditions de son gisement.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Daubrée.

« L'axinite a été trouvée, en 1782, par Dolomieu et Picot de Lapeyrouse à la Piquette déras lids (pic d'Ereslids) près Barèges, et plus tard par Ramond au pic d'Arbizon (Hautes-Pyrénées).

» Depuis lors, ces gisements ont été cités dans tous les ouvrages de Minéralogie sans autres commentaires.

» J'ai pensé qu'il y aurait intérêt à aller explorer les hautes montagnes des environs de Barèges pour reconnaître les conditions de gisement de ce minéral, conditions sur lesquelles on n'avait aucune donnée précise.

» En dehors des gisements cités plus haut, j'ai découvert l'axinite d'une *façon constante* sur toute la lisière nord du massif du Néouvielle. Ce miné-

---

(1) Touchant la valeur respiratoire de l'hémocyanine, M. L. Cuénot (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 127) a obtenu de très faibles résultats avec le sang de l'*Helix pomatia;* et il a contesté les résultats de mes recherches sur la haute valeur respiratoire de l'hémocyanine du sang des Céphalopodes et des Crustacés décapodes. Je maintiens l'exactitude de ces résultats, qui ont été vérifiés par Johnson, Dreyfus, Hay et d'autres. Voir aussi le Mémoire récent de A.-B. Griffiths, dans les *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh,* vol. XIX, p. 116-130; 1892.

ral s'y trouve toujours au *contact immédiat* du granite et des formations paléozoïques.

» Ce phénomène peut être bien étudié au cirque d'Arec (pics de Bassia et d'Arbizon) : on y voit très nettement les calcaires dévoniens au contact immédiat avec le granite; ils sont transformés en bancs de grenat et d'idocrase. Ces minéraux se présentent en beaux cristaux quand la roche, imparfaitement silicatée, renferme encore du calcaire. Tout à l'entour du granite, rayonnent de nombreux filonnets d'axinite, disparaissant à une cinquantaine de mètres du contact et formant un véritable réseau dans les calcaires modifiés.

» Le même fait se reproduit dans toute la région et sur une longueur qui n'est pas inférieure à 30^{km}.

» Il est donc incontestable que, dans ces gisements, le granite et l'axinite sont liés par une relation de cause à effet; en outre, ces faits démontrent que l'axinite doit son origine à de véritables *fumerolles granitiques* qui ont *suivi* l'intrusion de la roche éruptive; j'ai reconnu, en effet, que l'axinite est postérieure aux minéraux métamorphiques des calcaires. Plus rarement, ces fumerolles ont donné naissance à la même espèce minérale dans le granite lui-même.

» L'axinite se présente sous deux variétés.

» Les cristaux qui constituent la première variété sont d'un violet rosé très pâle et transparents. Ils offrent le facies des cristaux de l'Oisans avec $p(001)$, $m(1\bar{1}0)$ et $t(110)$; ils sont généralement pauvres en faces; $f^1(112)$ manque fréquemment. J'ai cependant exceptionnellement trouvé, en outre, les faces précédentes : $h^1(100)$, $g^1(010)$, ${}^2g(1\bar{3}0)$, $i^1(011)$, $f^1(112)$, $\gamma(\bar{1}32)$, $z(\bar{1}21)$, $x(\bar{3}54)$. Ces cristaux sont accompagnés de calcite laminaire et ne forment que de minces filonnets.

» La seconde variété est d'un violet très foncé; les cristaux sont à peine translucides, très aplatis et même laminaires suivant $p(001)$; ils rappellent les cristaux de Bottalak, en Cornwall : tantôt ils présentent les combinaisons pmh^1tg^1 avec ou sans $c^2(\bar{1}14)$; tantôt p, m, t sont très développées avec de microscopiques faces h^1 et i^1; tantôt enfin p et m sont seules très développées, alors que h^1, g^1, t, f^1, γ, z et x ne constituent que de petites faces souvent arrondies.

» Cette dernière variété d'axinite est accompagnée de calcite, de quartz, de pyroxène et d'amphibole verte. Elle constitue parfois des filonnets ayant plusieurs décimètres de largeur et forme même, en certains points, une roche compacte très tenace, que l'on trouve en galets dans le lit de l'Adour et que M. Zirkel a décrite autrefois sous le nom de *limurite*. Cette roche, dont les relations géologiques n'étaient pas connues jusqu'à présent,

n'appartient pas à un type pétrographique défini : elle varie de structure et de composition minéralogique dans les diverses parties d'un même gisement.

» En outre du pic d'Arbizon, on peut recueillir en très grande abondance l'axinite dans de nombreuses localités aux environs de Barèges, et notamment dans tous les ravins descendant du Néouvielle, dans la vallée du Bastan et particulièrement dans ceux que dominent le pic d'Espade, les monts Campana et Caubère, et la Piquette déras lids.

» Au pied du pic d'Espade, j'ai rencontré des blocs de plusieurs mètres cubes, composés d'axinite et d'épidote en larges sphérolites; les cristaux sont généralement aplatis suivant p.

» A la Piquette déras lids, ce sont, au contraire, les cristaux du type de l'Oisans qui dominent; ils sont souvent pauvres en faces et présentent parfois un allongement très net suivant l'axe vertical; ils sont associés au *quartz hyalin*, à l'*épidote*, à l'*asbeste* et plus rarement à la *prehnite* dans les fentes de roches amphiboliques qui, dans ce gisement, sont en contact avec le granite.

» En résumé, la frontière nord du massif du Néouvielle est remarquable par l'abondance de l'axinite, présentant des formes très différentes les unes des autres et ayant pris naissance dans des conditions très dignes d'intérêt. Les cristaux de l'Oisans, analogues de forme à quelques cristaux des Pyrénées, se trouvent dans des filonnets qui traversent des schistes amphiboliques, modifiés par la *granulite*, et non par la *granite*, comme dans le cas qui nous occupe. Peut-être est-ce à un mode de gisement analogue qu'il y a lieu de rapporter l'axinite signalée par MM. Limur et Frossard dans le massif du Pic du Midi.

» Il est intéressant de voir l'axinite se former sous l'influence de roches très diverses. M. Daubrée ([1]) a montré autrefois que ce minéral a été développé dans un calcaire paléozoïque des Vosges (Petit Donon de Rothau) au contact d'une roche basique (*porphyrite amphibolique* ou *micacée*).

» Il est probable que, dans tous ces gisements divers, le mécanisme de la formation de l'axinite a été le même et que le minéral a pris naissance sous l'influence d'*émanations borées*, ayant réagi sur les parois des roches sédimentaires traversées. »

([1]) *Comptes rendus*, t. XVIII, p. 870; 1844.

HYDROLOGIE. — *Sur la rivière souterraine du Tindoul de la Vayssière et les sources de Salles-la-Source (Aveyron).* Note de MM. **E.-A. Martel** et **G. Gaupillat**, présentée par M. Daubrée.

« Pour faire suite à nos recherches sur l'hydrologie souterraine des terrains calcaires ([1]), nous avons exploré à diverses reprises, en 1891-1892, le puits naturel appelé *Tindoul de la Vayssière* ou *Veyssière* et les eaux intérieures courantes auxquelles il donne accès. Cette étude avait été commencée en 1890 par M. Quintin, ingénieur des ponts et chaussées, sur la demande duquel nous l'avons continuée.

» Le Tindoul, ouvert sur le Causse de Concourès, à 10^{km} au nord de Rodez et 5^{km} à l'est de Salles-la-Source, est un large gouffre d'effondrement de 60^{m} de profondeur totale. Le fond est obstrué par un talus de blocs éboulés et de matériaux détritiques de 20^{m} d'épaisseur, ce qui réduit à 40^{m} la descente verticale. A la place occupée par le talus passait jadis une rivière dont la partie d'amont est seule accessible actuellement. Nous l'avons remontée en bateau les 15, 16 et 17 juillet 1891, sur une longueur totale de 1000^{m}, au bout de laquelle un siphon nous a arrêtés net.

» Le cours de l'eau vient, en direction générale, du sud-est.

» La galerie est à peu près horizontale, large de 5^{m} à 15^{m}, haute de 5^{m} à 18^{m}. Nous en avons sommairement relevé le plan et plusieurs coupes.

» Lors de cette première exploration, à une époque de sécheresse, la totalité de l'eau se perdait dans une fissure impénétrable située à la moitié environ du parcours reconnu (500^{m} de l'orifice). Ultérieurement au contraire, après de forts orages et surtout le 30 septembre 1892, à la suite des trombes abattues sur le causse dans la nuit du 28 au 29, nous avons constaté que cette fissure ne suffisait pas au débit en temps de crues internes; alors, en effet, la rivière s'épanche dans toute la longueur de la galerie, pour venir se perdre sous le talus d'éboulement du Tindoul au pied du gouffre; elle s'y grossit même de plusieurs petits affluents sous forme de cascatelles temporaires tombant des voûtes et des parois.

» Nous en concluons que la rivière souterraine du Tindoul est le grand

---

([1]) Voir *Comptes rendus* des 3 décembre 1888, 14 octobre et 25 novembre 1889, 21 mars, 23 mai et 4 juillet 1892.

collecteur qui draîne les eaux pluviales de la partie du Causse de Concourès située entre les deux failles bien connues de Sébazac et de Cadeyrac.

» Dans le but de compléter cette étude hydrologique, nous nous sommes rendus locataires du Tindoul et de ses canaux souterrains, pour une durée de quinze années.

» Nous nous proposons : 1° de rechercher la galerie d'aval en déblayant le talus d'éboulement au delà duquel elle se prolonge très probablement; 2° d'abaisser le seuil de plusieurs petites cascades à l'extrémité du canal d'amont afin de désamorcer et de dépasser s'il se peut le siphon qui nous a arrêtés; 3° d'entreprendre ou faciliter accessoirement toutes les recherches de Géologie, de Botanique, de Zoologie, de Météorologie, de Paléontologie susceptibles d'être effectuées dans cette curieuse caverne.

» Enfin, en juillet 1892, nous avons exploré les diverses galeries et fontaines qui percent les falaises de Salles-la-Source et par où débouche évidemment la rivière souterraine du Tindoul. Elles forment un véritable delta de ramifications, de près d'un kilomètre de développement, qui conduisent toutes, plus ou moins directement, à une grosse artère; nous avons remonté cette artère en bateau, non sans difficulté, dans la direction de l'est (celle du Tindoul) sur 500^m de longueur (il ne sera pas impossible d'aller plus loin) et nous y avons reconnu l'existence d'un vaste bassin de retenue où le niveau de l'eau à l'étiage est constant d'un bout à l'autre et la vitesse nulle, sauf à quelques mètres du déversoir normal; ce déversoir, de section restreinte, impénétrable à l'homme, alimente la plus basse des fontaines de Salles, celle *qui ne tarit et ne varie jamais;* quand les crues remplissent les réservoirs de retenue, les autres galeries et fontaines entrent en jeu, faisant l'office de trop-plein.

» Les observations que nous venons de résumer expliquent déjà, non seulement l'origine, mais encore la pérennité et les variations de débit des fontaines de Salles-la-Source.

» La continuation des études au Tindoul ne saurait manquer de conduire encore à d'autres conclusions nouvelles et importantes. »

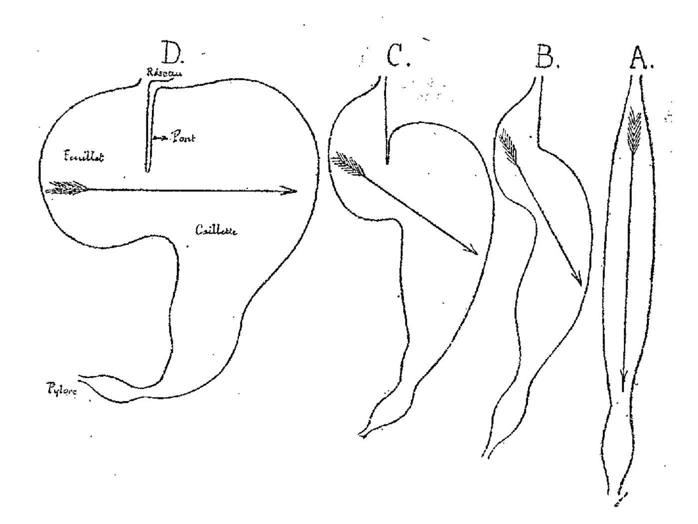
ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'anatomie comparée du feuillet et de la caillette dans la série des Ruminants* (¹). Note de M. **J.-A. Cordier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les auteurs qui se sont occupés de notre sujet nous ont appris seulement que les Caméliens n'ont pas de feuillet ou qu'il faut considérer comme tel, dans ce groupe, une grande portion non différenciée de leur caillette intestiniforme et que les Tragules ont peut-être un rudiment de feuillet disparu en grande partie par régression; mais ils n'ont jamais cherché à relier ces formes simples du viscère aux formes plus compliquées, c'est-à-dire à celles que nous observons chez les Cervidés d'abord, puis les Antilopidés et les Bovidés. Dans notre étude sur l'anatomie comparée de l'estomac des Ruminants, nous avons établi que le caractère de la complication lamellaire du feuillet, que l'on avait considéré tout d'abord, était intimement lié à d'autres tirés de sa forme, de celle de la caillette, de la situation respective de ces deux parties stomacales et de la grandeur relative de leur ouverture de communication. Nous avons reconnu d'abord que le *pont* de Wilkens est formé par la juxtaposition des parois propres du feuillet et de la caillette, que la longueur de cet accolement varie beaucoup et qu'elle est en rapport intime avec la grande courbure du feuillet et les courbures de la caillette.

» Après avoir examiné un certain nombre de formes intermédiaires, depuis les Caméliens jusqu'aux Bovidés, en passant par les Tragules, les Cervidés et les Antilopidés, nous avons pu voir comment, par une sorte de complication progressive, la partie intestiniforme de l'estomac des Caméliens et des Tragules, qui représente, chez ces animaux, le feuillet rudimentaire et la caillette, avait pu se modifier successivement pour arriver à la forme la plus compliquée, telle que celle qu'on observe chez les Bovidés. Les figures schématiques suivantes montrent bien ces différents stades : A représente la disposition des Caméliens et des Tragules, B celle de certains Cervidés et Antilopidés (*Tarandus, Muntjac, Cervicapra*, etc.), C un degré de plus dans la complication qui a lieu chez d'autres animaux

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. le Professeur Milne-Edwards, au Muséum d'Histoire naturelle.

des mêmes groupes (*Axis, Capreolus, Ovis aries*, etc.), et enfin D représente ce qui s'observe chez les Bovidés vrais. On voit que cette disposition sépare nettement les Bovidés des autres Ruminants typiques, et comment les caractères énoncés ci-dessus se relient dans leur ensemble; on comprend, en effet, que les lames en forme de croissant qui se développent dans la grande courbure du feuillet doivent modifier celle-ci par leur



nombre et leur hauteur et amener l'accolement du pont en rejetant en quelque sorte la caillette en sens inverse; c'est chez les Bovidés que le feuillet atteint son maximum de complication et de développement. Si nous considérons les données fournies par la Paléontologie, concernant nos animaux, dont le viscère est construit sur les types A et B, comme les formes se rattachant de préférence aux Pachydermes, et les Ruminants à cornes creuses, les Bovidés spécialement comme s'en éloignant de plus en plus, il semble qu'il y ait une relation nette entre la tendance de l'organe à devenir intestiniforme ou encore la différenciation de moins en moins grande du feuillet et de la caillette et l'ancienneté des types.

» Nous avons cherché, pour justifier l'exactitude de nos vues, si l'embryologie des Ruminants confirmait nos observations; elle a montré seulement que l'ensemble feuillet-caillette est à l'origine intestiniforme et que le feuillet ne se différencie que très tard relativement de la caillette; mais elle reste muette sur le mécanisme de cette différenciation, et on se l'explique sans peine lorsque l'on considère que les embryologistes ont choisi le Mouton, dont le feuillet correspond au schéma C, pour étudier son dé-

veloppement chez les Ruminants. D'autre part, les observations faites sur les embryons de Bœuf ne nous ont pas non plus éclairé sur ce sujet. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur quelques moyens de défense des Éolidiens* (1). Note de M. E. HECHT, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que les papilles qui couvrent les Éolidiens portent à leur extrémité des sacs cnidophores, dans lesquels se forment des nématocystes. Il n'y a encore que peu de choses connues sur le contenu de ces organes en général. J'ai pu constater chez les Éolidiens, et en particulier chez *Eolis glauca* (Ald. et Hanc.), que ce contenu se comporte comme la mucine, vis-à-vis de certains réactifs.

» On sait que cette substance se colore d'une façon particulière par les réactifs colorants, dits *basiques* (2); or, si l'on colore par cette méthode des coupes de papilles, les nématocystes et les cellules muqueuses de l'épithélium prennent une même coloration intense : vert foncé avec le vert de méthyle, métachromatique orangé avec la safranine, enfin rouge violet avec la thionine. On remarque de plus qu'avec ces réactifs, et en particulier la thionine, le contenu coloré des nématocystes, comme celui des cellules muqueuses de l'épithélium, paraît constitué par de petites granulations sphériques, qui se prolongent dans les filaments urticants des nématocystes.

» Se basant sur cette similitude de coloration et d'aspect, il semble que l'on puisse en inférer que les nématocystes renferment une substance analogue au contenu des cellules muqueuses de l'épithélium, dont la mucine est probablement le principe fondamental. C'est peut-être à cette substance, déversée par l'intermédiaire de leurs filaments urticants, que les nématocystes doivent leurs propriétés.

» Il ne nous a pas paru superflu, même après les travaux de Bergh (3) et de Trinchese (4), et ceux plus récents d'Herdmann (5), de rechercher

---

(1) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

Pendant deux années consécutives, les matériaux de ce travail ont été réunis à la station maritime de Roscoff, grâce à la bienveillante et libérale hospitalité que M. de Lacaze-Duthiers m'a accordée dans son laboratoire de Zoologie expérimentale.

(2) HOYER, *Archiv. mikr. Anat.*, Bd. 36, p. 310.

(3) *Malacol, Untersuch.*, liv. I.

(4) *Aeolididae e famiglie affini* (*Atti della Accademia dei Lincei*, Pl. 35; 1882).

(5) *Fauna of Liverpool bay*, Report II, p. 106 ; 1889.

et de vérifier l'existence du canal de communication entre la base du sac cnidophore et le sommet du cæcum hépatique. Au moyen de coupes sériées, on peut suivre sans interruption la lumière d'un canal bien constitué et revêtu d'un épithélium très net, qui fait communiquer le sac cnidophore avec le cæcum hépatique. Sur plusieurs préparations, nous avons trouvé des paquets de nématocystes à demi engagés dans la lumière du canal, près de la base du sac cnidophore. Il en résulte que, pour la grande majorité des Éolidiens, le tube digestif communique avec l'extérieur, non seulement par la bouche et par l'anus, mais encore par autant de petits orifices virtuels que l'individu possède de papilles.

» Il est généralement admis que les Éolidiens se débarrassent avec la plus grande facilité de leurs papilles, par un phénomène d'autotomie. Les observations que nous avons pu faire, dans d'excellentes conditions, au laboratoire de Roscoff, nous permettent d'affirmer que chez quelques espèces seulement, *Eolis olivacea* (Ald. et Hanc.), *E. exigua* (Ald. et Hanc.), *E. despecta* (Johnton), les appendices dorsaux se détachent assez facilement.

» La grande majorité, et notamment *Eolis papillosa*, conservent leurs papilles malgré des excitations variées et répétées. Il nous est même arrivé souvent de déchirer des papilles, plutôt que de les séparer de leur base d'implantation.

» La présence de sacs à nématocystes paraît caractéristique des Éolidiens; j'ai cependant trouvé une espèce appartenant au sous-genre *Calma* (Ald. et Hanc.) qui en est dépourvue; et ce qu'il y a de singulier, c'est qu'une autre espèce du même genre, *Calma Cavolinii* (Verany), en possède, paraît-il, de bien développés (Bergh, Vayssière) (1).

» L'espèce *Calma glaucoides* (Ald. et Hanc.) semble, d'après les auteurs, assez rare sur les côtes de France et d'Angleterre, mais elle est fréquente à Roscoff et présente des particularités intéressantes. Le diverticule hépatique de la papille se termine bien réellement en cæcum, et l'on ne trouve plus trace de sac cnidophore. La papille est du reste bien constituée, son extrémité au moins aussi acuminée que celle d'autres espèces, ses mouvements aussi amples et aussi variés.

(1) Bergh, *Beiträge zur Kenntniss der Aeolidiaden* III (*Verhand. d. k. k. zool. bot. Gesells. Wien*, vol. 35, p. 644; 1875). — Vayssière, *Recherches zool. et anat. sur les Moll. opist. du golfe de Marseille* (*Ann. du mus. d'Hist. nat. de Marseille*, t. III, p. 84).

» Le sac cnidophore est suppléé par une zone de grandes cellules épithéliales modifiées, qui revêtent l'extrémité libre de la papille. Elles ressemblent à des cellules muqueuses; leur contenu, doué sans doute de propriétés nocives, se colore d'une façon caractéristique par certains réactifs. Ce n'est pas le seul moyen de protection de *C. glaucoides;* cette espèce présente un exemple remarquable d'homochromie mimétique, qui constitue sans doute sa meilleure défense.

» Contrairement à l'opinion d'Herdmann [1], qui ne voit dans les *Cerata* des Éolidiens que des appendices destinés à un rôle avertisseur (couleurs prémonitrices), il y a de nombreuses espèces, dont ils contribuent à assurer l'homochromie mimétique; cela est surtout évident pour *C. glaucoides*. En effet, cette espèce se dissimule très bien au milieu des pontes de poissons (*Gobius*) dont elle fait sa nourriture, à en juger par les nombreux débris que contiennent ses papilles. Tout contribue à lui donner l'aspect d'un groupe d'embryons : la forme allongée et déprimée de son corps, divisé par une série d'étranglements, la transparence des téguments qui laissent apercevoir les lobules blanchâtres de la glande hermaphrodite et les débris noirâtres de sa nourriture, enfin la disposition et la coloration gris argenté des papilles. Aussi, pour se procurer cette espèce, faut-il la rechercher avec soin, au milieu des pontes déposées sous des roches ou dans les renflements radicaux des Laminaires.

» On peut considérer l'absence de sacs à nématocystes chez *C. glaucoides* comme un pur phénomène de dégénérescence, étant donné qu'ils existent chez une espèce voisine; quant à la cause, elle est difficile à pénétrer. On sait que les Éolidiens se nourrissent fréquemment de Cœlentérés (Hydraires, Actinies), et paraissent doués d'immunité vis-à-vis de leurs nématocystes; or il est curieux de remarquer que c'est précisément une espèce qui ne s'attaque pas à des Cœlentérés, qui est dépourvue de sac cnidophore. Il est possible aussi qu'il y ait un rapport entre cette absence et l'homochromie mimétique si développée de *Calma glaucoides*. »

---

(1) *On the structure and fonctions of the Cerata* (*Quarterly Journal*, vol. XXXI, 1891, p. 41).

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution de l'appareil brachial de quelques Brachiopodes.* Note de MM. **P. Fischer** et **D.-P. Œhlert**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les renseignements que nous possédons sur le développement des Brachiopodes, depuis le moment où apparaissent les premières traces de l'appareil brachial, jusqu'à celui où il atteint son état définitif, sont peu nombreux et ne concernent guère que les *Terebratulidæ*.

» On sait que dans cette famille les supports brachiaux tantôt se développent directement sans passer par aucune série de métamorphoses (*Terebratulina*), tantôt ne montrent leur forme terminale qu'après avoir subi des transformations multiples (*Magellania* = *Waldheimia*). Ces deux modes de développement avaient suggéré à M. Friele l'idée de diviser les *Terebratulidæ* en deux groupes distincts, et la nécessité de cette séparation a été confirmée par les travaux de M. Douvillé.

» Les observations de M. Friele ont été faites sur deux espèces des mers du nord de l'Europe : *Magellania septigera* et *M. cranium,* chez lesquelles il a pu distinguer des stades d'évolution comparables, d'après lui, à certaines formes génériques fixées : *Platidia, Magas, Megerlia* et *Terebratella*. Nous avons également constaté les caractères de cette évolution sur des spécimens dragués durant les campagnes scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman,* mais nous n'avons pas reconnu le parallélisme indiqué par M. Friele et nous pensons que c'est plutôt avec les genres *Centronella* et *Ismenia* que l'on peut établir une comparaison, tandis qu'une analogie avec le genre *Terebratella* reste assez lointaine.

» L'étude récente que nous venons de faire des Brachiopodes dragués sur les rivages de la Terre-de-Feu, par la *Romanche*, nous a permis d'observer sur deux espèces : *Terebratella dorsata* et *Magellania venosa,* les modifications successives de l'appareil brachial, et nous a montré que certains stades ont souvent une telle persistance que les auteurs ont pu considérer comme des genres distincts ou des espèces légitimes ces états transitoires.

» Les deux formes précitées nous ont montré, sur des spécimens de 3^{mm} de longueur, un premier stade que nous avons nommé *prémagadiforme,* dans lequel l'appareil ascendant annulaire est placé au sommet d'un

septum large et proéminent, tandis que les branches descendantes sont rudimentaires. Le stade suivant offre une analogie frappante avec le type *Magas*, sauf l'existence d'une bandelette transverse qui, du reste, a pu être brisée dans le genre fossile. De *Magas* on arrive ensuite à la disposition décrite par W.-H. Dall, comme caractéristique de son genre *Magasella*, et de là, l'appareil évolue graduellement vers le stade *Terebratella* qu'il dépasse parfois pour aboutir à celui de *Magellania*, terme définitif.

» Bien que les formes *Magas, Magasella, Terebratella* ne soient que des stades de transition, nous croyons qu'elles ont pu, par suite de leur stabilité en certains cas ou à certaines époques géologiques, constituer de véritables genres fixés. Cette stabilité pourrait même être favorisée par ce fait que le développement des glandes génitales se produit dès les premiers stades (stades *magadiforme* et *magaselliforme*) et que l'individu apte à la reproduction, avant d'avoir atteint son évolution complète, peut ainsi donner naissance à une série de générations ayant une tendance à s'arrêter définitivement au stade de leurs ascendants. Ce fait permettrait d'expliquer ainsi l'irrégularité que l'on constate lorsqu'on cherche à établir un parallélisme rigoureux entre le développement phylogénique et le développement ontogénique.

» Des modifications analogues à celles que nous venons d'indiquer existent également dans d'autres espèces et permettent d'établir la filiation d'un certain nombre d'entre elles, en tenant pour de simples états transitoires maintes formes qui ont reçu des noms spécifiques particuliers. On en trouvera l'indication dans les deux Tableaux suivants (¹) :

TABLEAU A.

Stade *Gentronella*.	Stade *Ismenia*.	Stade *Terebratella*.	Stade *Magellania*.
*	*	*	* (M. SEPTIGERA).
*	*	*	* (M. CRANIUM)

(¹) Les noms d'espèces inscrits en majuscules indiquent les stades définitifs sous lesquels les espèces sont connues.

TABLEAU B.

Stade *Præmagas.*	Stade *Magas.*	Stade *Magasella.*	Stade *Terebratella.*	Stade *Magellania.*
	* (*M. Evansi*)	* (*M. Evansi*)	* (T. CRUENTA)	
		* (*M. lævis*)	* (*T. pulvinata*)	* (M. VENOSA)
	* (*M. Valenciennei*)	* (*M. inconspicua*)	* (T. RUBICUNDA)	
*	* (*M. Patagonica*)	* (*M. flexuosa*)	* (T. DORSATA)	
		* (*M. Adamsi*)	* (*T. Grayi*)	* (M. GRAYI)
		* (*M. lenticularis*)	* (*T. lenticularis*)	* (M. LENTICULARIS)

» De la comparaison de ces deux Tableaux, il résulte : 1° que les *Terebratella* peuvent être considérées comme des formes arrêtées avant leur complète évolution; 2° que les *Magellania* constituent un type définitif vers lequel convergent deux groupes d'espèces : le premier formé d'espèces boréales [*M. septigera* et (*M. Macandrewia*) *cranium*]; le second d'espèces australes (*M. venosa, M. Grayi*). Ces deux modes de développement distincts nécessiteront la subdivision du genre *Magellania* en deux sections qui, du reste, pourront être différenciées par des caractères tirés de la forme adulte. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mécanisme de la dissolution de l'amidon dans la plante.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« On admet généralement que, dans la plante, la transformation de l'amidon en dextrine et en sucre s'effectue sous l'influence du ferment diastasique et l'on admet en outre, sans que toutefois une démonstration précise en ait été donnée, qu'il existe une relation entre la production de la diastase et la dissolution de l'amidon.

» Cette opinion a, cependant, rencontré des contradicteurs; c'est ainsi que M. Sachs ([1]) a fait d'expresses réserves et que, dans ces derniers

([1]) J. Sachs, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Ernährungsthätigkeit des Blattes* (*Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg*, t. III, fasc. 1, p. 18; 1884).

temps, M. J. Wortmann ([1]) s'est attaché à montrer que la dissolution de l'amidon peut s'effectuer sans l'intervention de la diastase, par exemple sous l'action directe du protoplasma, et que, en tout cas, il n'existe aucun parallélisme entre la formation de la diastase et la dissolution de l'amidon.

» En présence de cette divergence d'avis, sur une question qui touche à l'un des problèmes les plus intéressants de la Physiologie générale, celui du mécanisme de la digestion des matières nutritives, quelques recherches précises m'ont paru nécessaires.

» J'ai choisi comme objet d'étude les tubercules de la Pomme de terre. On sait que, dans cette plante, les bourgeons voisins du sommet des tubercules se développent plus tôt et plus rapidement que les bourgeons voisins de la base. Le développement des uns et des autres s'effectuant aux dépens des réserves, ici presque exclusivement amylacées, on peut admettre, *a priori*, qu'au début de la germination, la transformation de l'amidon en principes solubles (dextrines, sucres), susceptibles de se transporter vers les lieux de consommation, doit être plus précoce et plus active vers le sommet des tubercules qu'à leur base. Je me suis d'abord proposé de vérifier cette hypothèse, et ensuite de rechercher s'il y a une relation entre la formation de la dextrine et du sucre et la production de la diastase.

» Pour cela, j'ai recherché comparativement, d'une part, les quantités de dextrine et de sucre et, d'autre part, les quantités de diastase contenues dans les moitiés antérieures et postérieures de tubercules à divers états de germination.

» Les dextrines et les sucres ont été évalués en glucose. La saccharification des dextrines et l'interversion du maltose, etc. étaient obtenues par ébullition de l'extrait aqueux additionné d'acide chlorhydrique. Le glucose était dosé par la méthode de Soxleht, après traitement de la liqueur par le sous-acétate de plomb et élimination de l'excès de sel plombique par l'hydrogène sulfuré.

» L'évaluation des quantités de diastase contenues dans les tubercules a été faite par la méthode de M. Wortmann, qui diffère d'ailleurs très peu de celle de ses devanciers. Un volume déterminé de jus était additionné d'alcool fort; le précipité obtenu, recueilli sur un filtre, était lavé à l'al-

([1]) J. Wortmann, *Ueber den Nachweis, das Vorkommen und die Bedeutung des diastatischen Enzyms in den Pflanzen* (*Botanische Zeitung*, 1890, n°s 37-41).

cool, puis repris par une quantité d'eau déterminée qui dissolvait la diastase restée sur le filtre. L'extrait ainsi obtenu était mélangé avec une certaine quantité d'eau renfermant de l'amidon de pomme de terre à l'état d'empois. La proportion de diastase contenue dans l'extrait était déduite de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle la liqueur cessait de se colorer par l'iode. Le jus décanté après repos, puis filtré, a été aussi employé directement [1].

» Voici, à titre d'exemple, les résultats de quelques-unes de mes recherches :

» I. 3 tubercules à bourgeons antérieurs seuls en voie de développement. 20^{cc} d'extrait provenant de 20^{cc} de jus fourni par les moitiés antérieures sont mélangés à 30^{cc} d'eau contenant $0^{gr},025$ d'amidon à l'état d'empois. Après quinze heures, le mélange ne donnait plus de réaction avec l'iode. Après trente heures, dans les mêmes conditions d'expérience, l'extrait fourni par les moitiés postérieures avait laissé l'amidon presque intact.

» Les moitiés antérieures ont fourni 1,25 pour 100 de glucose; les moitiés postérieures, seulement des traces [2].

» II. 4 tubercules à bourgeons antérieurs seuls en voie de développement. Mêmes conditions expérimentales que dans l'expérience précédente, mais en faisant agir directement le jus sur la liqueur amylacée. Moitiés antérieures : Après dix heures, l'iode n'a plus fourni de réaction. Moitiés postérieures : Après trente heures, le mélange accusait à peine un commencement de dissolution de l'amidon; il contenait de nombreuses bactéries.

» Les moitiés antérieures ont fourni 1,62 pour 100 de glucose; les moitiés postérieures, des traces.

» III. 3 tubercules à bourgeons antérieurs déjà longs et à bourgeons postérieurs commençant à se développer. Mêmes conditions expérimentales que dans la recherche I, c'est-à-dire en employant l'extrait. Moitiés antérieures : plus de réaction avec l'iode après douze heures. Moitiés postérieures : plus de réaction après dix-huit heures.

» Les moitiés antérieures ont fourni 2,42 pour 100 de glucose; les moitiés postérieures, 1,71 pour 100.

» IV. 3 tubercules analogues à ceux de la recherche précédente, mais en employant directement le jus. Moitiés antérieures : plus de réaction après neuf heures. Moitiés postérieures : plus de réaction après treize heures.

---

(1) Le jus est plus actif que l'extrait, mais il est aussi plus impur. En outre, avec l'extrait, on a moins de bactéries, dont la présence ne saurait sans doute fausser les résultats, l'acidité des liqueurs s'opposant à leur multiplication exagérée, mais qui constituent cependant une cause d'erreur non entièrement négligeable.

(2) Dans cette expérience et dans les suivantes, une partie de la matière était employée au dosage du glucose; l'autre, à la recherche de la diastase.

» Les moitiés antérieures ont donné 2,35 pour 100 de glucose, les moitiés postérieures, 1,49 pour 100.

» La liqueur amylacée, traitée par des jus ou des extraits provenant de tubercules non germés, n'a jamais présenté qu'après un temps considérable, deux ou trois jours, des traces de saccharification, attribuables peut-être aux bactéries qui abondaient alors dans les mélanges. Ces tubercules n'ont pas fourni de glucose ou seulement des traces non appréciables.

» Ces recherches montrent que dans les tubercules de la Pomme de terre il existe une relation entre la répartition de la diastase et celle des dextrines et des sucres, et par suite entre la répartition de la diastase et la dissolution de l'amidon.

» Elles montrent en outre qu'il y a une relation d'abord entre l'apparition de la diastase et l'entrée en germination des tubercules, ensuite entre la répartition de la diastase et l'ordre et la vigueur du développement des bourgeons, et elles donnent ainsi une nouvelle explication des diverses particularités que présente la germination des tubercules [1].

» On voit que les résultats de ces recherches sont en contradiction avec les vues de M. Wortmann et qu'ils sont, au contraire, tout à fait favorables à l'opinion générale que, chez les êtres vivants, la digestion des matières nutritives s'effectue non par l'action directe du protoplasma, mais par l'intermédiaire de diastases résultant de son activité. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action diurétique et uréopoiétique des alcaloides de l'huile de foie de morue chez l'homme.* Note de M. **J. Bouillot.**

« Le beau travail de MM. A. Gautier et L. Mourgues sur *Les alcaloïdes de l'huile de foie de morue* nous a définitivement fait connaître les principes auxquels cette huile doit en grande partie ses propriétés médicamenteuses. Les expériences physiologiques faites par ces auteurs sur les animaux ont, en effet, établi que ces alcaloïdes agissent : 1° comme stimulants de la nutrition et de la circulation ; 2° comme diurétiques.

» En présence de faits aussi remarquables, expliquant les résultats obtenus en thérapeutique par l'emploi de l'huile de foie de morue, j'ai

---

(1) A. Prunet, *Sur la constitution physiologique des tubercules de Pomme de terre dans ses rapports avec le développement des bourgeons* (*Comptes rendus*, 9 mai 1892).

pensé qu'il serait possible d'utiliser comme médicaments les alcaloïdes mêmes.

» En outre, il m'a paru intéressant de rechercher si les effets signalés par MM. A. Gautier et L. Mourgues à la suite de l'expérimentation sur les animaux, en particulier l'excitation de l'appétit et la diurèse, pourraient être constatés chez l'homme.

» C'est guidé par cette idée que j'ai préparé les mêmes alcaloïdes, en suivant pas à pas le procédé décrit dans le travail original. Dans le cas présent, je n'ai pas cherché à les isoler; c'est donc leur masse totale, prise en bloc, que j'ai adoptée comme unité médicamenteuse.

» Les alcaloïdes obtenus étaient administrés par la bouche à la dose de $0^{gr},15$ à $0^{gr},25$ dans les vingt-quatre heures.

» Le Tableau suivant montre une première série des résultats obtenus en prenant comme criterium l'analyse des urines avant et après l'administration des alcaloïdes.

» Les sujets soumis au traitement étaient normaux :

Composition des urines avant et après l'administration des alcaloïdes.

Urines des 24 heures. Caractères généraux.	Avant.	Après absorption de 0 gr, 25 d'alcaloïdes dans les 24 heures précédentes.
Observation I.		
Volume	1000^{cc}.	2000^{cc}.
Coloration	Jaune foncé.	Jaune pâle.
Dépôt	Rouge cristallin.	Blanc, plus cristallin.
Réaction	Très acide.	A peine acide.
Densité	1,024.	1,018.
Urée	15^{gr}.	26^{gr}.
Examen microscopique	Sédiment abondant d'acide urique cristallisé dans sa forme normale.	Sédiment constitué par des sphères avec pointements observables sous le microscope.
Observation I	Avant.	Après absorption de 0 gr, 15 d'alcaloïdes dans les 24 heures précédentes.
Volume	800^{cc}.	2000^{cc}.
Coloration	Jaune orange.	Jaune pâle.
Dépôt	Rouge pulvérulent.	Dépôt moins abondant cristallin.
Réaction	Acide.	Acide.
Densité	1,032.	1,026.
Urée	$24^{gr},210$.	$43^{gr},160$.
Examen microscopique	Sédiment d'urate de soude coloré.	Sédiment d'acide urique bien cristallisé.
Observation III.		
Volume	1100^{cc}.	1700^{cc}.
Densité	1,032.	1,025.
Urée	$29^{gr},70$.	$35^{gr},70$.

Urines des 24 heures. Caractères généraux.	Avant.	Après absorption de 0 gr, 15 d'alcaloïdes dans les 24 heures précédentes.
Observation IV.		
Volume....................	1300^{cc}.	1500^{cc}.
Densité....................	1,024.	1,022.
Urée......................	23^{gr},130.	34^{gr},225.
Observation V.		
Volume....................	1100^{cc}.	2000^{cc}.
Densité....................	1,010.	1,012.
Urée......................	9^{gr}.	24^{gr}.
Observation VI.		
Volume....................	1200^{cc}.	1400^{cc}.
Densité....................	1,020.	1,019.
Urée......................	24^{gr}.	29^{gr},100.

» De cette première série d'analyses, il résulte déjà que les alcaloïdes augmentent le volume de l'urine émise dans les vingt-quatre heures, et aussi la quantité pondérale d'urée.

» Toutefois, sur les conseils bienveillants de M. A. Gautier, j'ai dû poursuivre ces investigations. L'augmentation de la quantité pondérale d'urée était évidente; mais il restait à savoir si l'action de ces alcaloïdes se limitait à favoriser la production de l'urée, ou si, se généralisant, elle faisait diminuer les produits azotés extractifs en augmentant le poids de l'azote complètement oxydé.

» Cette lacune se trouve comblée par les analyses suivantes qui donnent la quantité d'azote total, d'azote oxydé et d'azote non oxydé des urines des vingt-quatre heures, avant et après l'usage des alcaloïdes.

Quantités d'azote total, d'azote oxydé, d'azote non oxydé des urines des 24 heures, avant et après l'administration des alcaloïdes de l'huile de foie de morue.

Urines des 24 heures. Caractères généraux.	Avant.	Après absorption de 0 gr, 25 d'alcaloïdes dans les 24 heures précédentes.
Observation VII.		
Volume....................	1400^{cc}.	1900^{cc}.
Densité à +15°............	1,017.	1,015.
Azote total...............	18^{gr},231.	27^{gr},140.
Azote oxydé...............	15^{gr},183.	26^{gr},165.
Azote non oxydé...........	3^{gr},048.	0^{gr},975.
Observation VIII.		
Volume....................	1,600^{cc}.	1800^{cc}.
Densité....................	1,0125.	1,0116.
Azote total...............	15^{gr},137.	17^{gr},067.
Azote oxydé...............	13^{gr},245.	16^{gr},013.
Azote non oxydé...........	1^{gr},892.	1^{gr},044.

» L'interprétation de ces derniers résultats ne laisse pas de doute quant au mode d'action des alcaloïdes : ce sont des excitants puissants des oxydations intra-organiques, comme l'avaient déjà formulé MM. A. Gautier et L. Mourgues dans les conclusions de leur travail original.

» Mais, pour que les résultats que nous annonçons soient atteints, il est important de se placer dans des conditions identiques d'expérimentation; c'est-à-dire prendre comme base la totalité des urines recueillies dans les vingt-quatre heures qui suivent l'absorption des alcaloïdes.

» Dans ce cas seulement, l'oxydation des leucomaïnes est presque complète, ainsi que la diminution de la toxicité urinaire.

» Au point de vue clinique, voici quelques résultats obtenus en soumettant un certain nombre de malades à l'action de ces alcaloïdes.

» 1° Cinq jeunes femmes avec douleurs vagues, perte d'appétit, diminution progressive des forces, neurasthénie. Les effets constatés, en premier lieu, sont le retour de l'appétit, la reprise des forces, la disparition des douleurs.

» Chez trois d'entre elles les règles, depuis longtemps supprimées, ont reparu.

» 2° Chez deux enfants à nutrition languissante l'appétit est revenu très vif en quelques jours.

» 3° Trois malades qui avaient, au moment des époques, des poussées eczémateuses très marquées, ont vu ces poussées disparaître.

» 4° Dans deux cas de catarrhe bronchique des vieillards, les alcaloïdes ont produit les effets connus de l'huile de foie de morue administrée à bonne dose, mais qui ne pouvait plus être supportée.

» Ces observations montrent que les alcaloïdes de l'huile de foie de morue paraissent devoir devenir des médicaments précieux en thérapeutique humaine. »

HYGIÈNE. — *Résultats obtenus à la cristallerie de Baccarat par l'introduction de l'acide métastannique dans la potée d'étain.* Note de M. L. **Guéroult**, présentée par M. A. Gautier.

« La potée d'étain est un stannate de plomb, obtenu en oxydant dans des fours spéciaux environ 3 parties de plomb et 1 d'étain. Jusqu'à ces dernières années, elle a été employée exclusivement au polissage du cristal, opération qui termine la taille et lui donne un brillant et un éclat parfaits.

» Pour arriver à ces fins, le tailleur imprègne de cette substance humectée d'eau une roue de liège animée d'un mouvement de rotation rapide, et présente successivement à la roue chacune des faces à polir : ses mains

sont donc constamment en contact avec la potée, toute sa personne en reçoit aussi par projection; enfin, la chaleur développée par le frottement contre la roue est assez grande pour en dessécher une partie, qui se répand dans l'air et pénètre dans la bouche et les voies respiratoires.

» Voici une statistique résumée des accidents causés par le plomb chez les ouvriers tailleurs de la grande cristallerie de Baccarat :

» En soixante-dix-neuf mois, de novembre 1884 à juillet 1891, il y a eu, sur 200 tailleurs de cristaux passant en potée, 39 malades, quelques-uns à plusieurs reprises. Ce chiffre s'applique seulement aux accidents bien caractérisés, nécessitant l'arrêt du travail, et ne comprend pas les indispositions : dyspepsies, gastralgies, anémies, causées par le plomb.

» Parmi les 39 malades, 4 ont vu leur travail arrêté respectivement sept mois, un an, deux ans et quatre ans, par suite de paralysies saturnines.

» 1 a succombé à l'encéphalopathie.

» Les 34 autres ont présenté ensemble 1333 jours de maladie, soit $17\frac{1}{2}$ jours par mois.

» 17 ont dû quitter le métier pour fuir une intoxication à laquelle ils étaient par trop sensibles.

» C'est pour éviter ces accidents que j'ai cherché à remplacer la potée par une substance inoffensive : de toutes celles que j'ai essayées, c'est l'acide métastannique qui remplit le mieux les conditions voulues; ce corps est obtenu par l'action au bain-marie de l'acide nitrique concentré sur la grenaille d'étain (¹). Toutefois on ne peut l'employer seul, car il adhère trop fortement au cristal après polissage; je lui adjoins de la potée d'étain. Le mélange employé est le suivant :

Potée d'étain...................	1kg
Acide métastannique...........	2kg

» L'ancienne potée contenait 61,5 pour 100 de plomb, la nouvelle en contient seulement 20 pour 100 (²).

(¹) L'acide stannique ordinaire raye le cristal sans le polir.

(²) On rappellera que, dans son Ouvrage si pratique *Le cuivre et le plomb dans l'alimentation et l'industrie* (p. 223), M. A. Gautier a montré qu'à la dose de 0gr,014 de plomb par jour pris sous diverses formes, en particulier par les eaux potables, 34 personnes sur 100 seulement ont présenté des phénomènes notoires d'intoxication saturnine. A une dose plus faible, le *pour cent* tombe nécessairement au-dessous. A la dose de 0gr,0005 à 0gr,0002 par jour, il semble n'y avoir plus d'intoxication sensible (*loc. cit.*, p. 199).

» Depuis dix-huit mois que ce mélange est employé, on n'a plus constaté *aucun* cas d'empoisonnement par le plomb, et chez ceux mêmes qui avaient eu autrefois des accidents, il ne s'est pas produit une seule rechute, ainsi qu'il résulte du rapport que M. le Dr Schmitt, médecin de la cristallerie, a bien voulu m'adresser à ce sujet, et dont un extrait, joint à cette Note, pourra être mis sous les yeux de l'Académie.

» Le seul inconvénient de ce nouveau mélange est d'être sensiblement plus cher que l'ancienne potée; toutefois, l'Administration de la cristallerie n'a pas hésité à en prescrire immédiatement l'emploi général. A cette heure, elle bénéficie de la santé de ses ouvriers. Les déclarations suivantes, extraites d'un rapport de M. le Dr Schmitt, médecin de la cristallerie, en fournit la preuve :

» Depuis le 1er juillet 1891, je n'ai pas constaté un seul cas d'intoxication saturnine chez les tailleurs sur cristaux. Je dirai même plus, c'est que chez presque tous les tailleurs atteints précédemment la santé générale s'est améliorée; l'anémie d'origine saturnine a disparu chez la plupart ; chez un seul, notoirement alcoolique, et chez quelques autres vivant dans des conditions peu hygiéniques, l'état général laisse à désirer.

» Chez les anciens saturnins qui, avant l'emploi de la nouvelle potée, présentaient des lésions irrémédiables d'intoxication saturnine (néphrite interstitielle), je n'ai constaté aucune aggravation.

» Quelques-uns d'entre eux accusent des troubles dyspeptiques, mais qui, à mon avis, doivent être rapportés beaucoup plus à leurs habitudes peu hygiéniques (alcoolisme) qu'au réveil de leurs anciennes intoxications. »

M. **L. Hugo** adresse une Note ayant pour titre : « Sur un hexagramme peint sur une amphore antique ».

M. **H. Moulin** adresse une Note sur une relation entre les températures critiques et les températures d'ébullition normale.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 31 octobre 1892.)

Note de M. *Seunes*, Dévonien et permocarbonifère de la haute vallée d'Aspe :

Page 683, ligne 11, *au lieu de* Cifélien, *lisez* Eifelien.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Observations à l'occasion du procès-verbal de la dernière séance; par M. Pasteur.

« Je n'assistais pas au début de la dernière séance, lorsque M. le Président a donné lecture de la Lettre de la Section de Médecine et de Chirurgie.

» Une personne obligeante m'avait retenu hors de la salle. Elle a bien fait. J'aurais été trop ému pour remercier comme il convenait mes Confrères de l'honneur excessif qu'ils me réservent. Aujourd'hui encore, je ne puis exprimer tout ce que je ressens d'émotion et de reconnaissance. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *P. Appell*, pour remplir la place devenue vacante, dans la Section de Géométrie, par suite du décès de M. Ossian Bonnet.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Appell** prend place parmi ses Confrères.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion du camphre;* par M. **Berthelot**.

« D'après les nombres déterminés par M. Louguinine, les chaleurs de combustion du camphre, sous ses divers états isomériques, offriraient un certain écart, faible d'ailleurs. On aurait, en effet, pour les poids moléculaires :

	Cal
Camphre droit	1404,2
Camphre gauche...............	1416,0
Camphre inactif..............	1415,4

» M. Stohmann m'a fait l'honneur de m'écrire, en me priant de vérifier le premier nombre; ayant obtenu lui-même $1414^{Cal},3$ pour le camphre droit (Laurinées), c'est-à-dire la même valeur sensiblement que pour ses isomères. Cet écart est faible : 7 millièmes seulement; il avait déjà attiré l'attention de M. Louguinine. Il est de l'ordre de ceux que l'on pouvait observer dans des essais ordinaires, exécutés sans précautions spéciales, et qui remontent à plusieurs années; cependant il surpasse la limite des erreurs d'expérience possibles aujourd'hui.

» J'ai fait exécuter trois séries de combustions, par trois expérimentateurs différents, qui ont obtenu les résultats suivants :

» M. Matignon : chaleur de combustion moléculaire du camphre $C^{10}H^{16}O$, à pression constante,

$+1414^{Cal},2.$

» M. Tassilly :

$+1413^{Cal},5.$

» M. Aladern :

Cal		
+1413,6		
+1414,1		
+1412,7	Moyenne.......	$1413^{Cal},3$
+1413,5		
+1412,2		

» La moyenne générale est $1413^{Cal},7$, qui ne s'écarte que de un demi-millième des données de M. Stohmann et de un à deux millièmes des valeurs relatives aux camphres isomères.

» A volume constant, on a, pour 1 gramme : 9288,2; au lieu de 9225,1.

» Les nombres relatifs au camphre offrent de l'importance, ce corps ayant été employé comme combustible auxiliaire dans un certain nombre de déterminations. L'écart entre 1404 et 1413 est peu de chose, quand il s'agit de déterminations relatives aux corps dont la chaleur de combustion est notable; mais il réagit davantage sur celle des corps à chaleur de combustion faible. Je donnerai, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, la revision de tous ces nombres, recalculés au moyen des données actuelles.

» En tout cas, pour en revenir au camphre, on remarquera combien est grande la concordance des résultats qui peuvent être obtenus aujourd'hui par divers observateurs au moyen de la bombe calorimétrique. »

CHIMIE. — *Observations relatives à la Note de M.* A. Colson *sur le pouvoir rotatoire des sels de diaminé* [1]; par M. **C. Friedel.**

« MM. Le Bel et Guye pourront discuter quand il leur conviendra les faits que M. Colson a soumis à l'Académie et qu'il regarde comme contraires à la théorie du carbone asymétrique et à l'hypothèse de M. Guye. C'est d'autant plus nécessaire que les cas choisis par M. Colson sont loin d'être simples et exigent un examen approfondi.

» Mais je ne puis m'empêcher de relever une erreur qui a échappé à M. Colson. Bien involontairement, sans doute, il prête à M. Guye une affirmation qui est précisément le contraire de ce qu'enseigne la Stéréochimie. Il suppose, avec M. Guye, dit-il, que dans l'acide tartrique actif les quatre atomes H, C, C, H sont dans un même plan. On peut les concevoir tels dans l'acide inactif; mais dans l'acide actif, qui ne possède pas de plan de symétrie, suivant les prévisions de M. Pasteur et suivant la théorie du carbone asymétrique, ils ne sont pas dans un même plan, encore moins dans un plan de symétrie. Les raisonnements fondés sur cette supposition ne peuvent donc pas être maintenus.

» D'ailleurs le plan que M. Colson prend comme plan de symétrie n'est même pas un plan de symétrie dans l'acide tartrique inactif, mais perpen-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 729.

diculaire au seul plan de symétrie existant dans la molécule construite avec les tétraèdres représentatifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution chimique des peptones.* Note de M. P. SCHÜTZENBERGER.

« Dans une première Communication, j'ai cherché à mieux préciser qu'on ne pouvait le faire jusqu'ici les relations qui existent entre la fibrine et le produit de sa digestion sous l'influence de la pepsine en liqueur acide et à déterminer la constitution chimique de la fibrinpeptone, en lui appliquant la méthode d'hydratation par la baryte. Aujourd'hui, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats auxquels je suis arrivé en soumettant la fibrinpeptone à l'analyse immédiate.

» Les chimistes qui ont étudié les peptones ont tous observé que le produit de la digestion peptique d'un albuminoïde déterminé, la fibrinpeptone par exemple, ne représente pas un principe immédiat défini, mais plutôt un mélange. On s'est plus particulièrement arrêté à cette idée qu'à côté de la peptone proprement dite, produit principal et défini de la digestion peptique et résultant d'une hydratation limitée de l'albuminoïde, on trouvait des résidus d'une transformation incomplète, ce que l'on a appelé des *propeptones* ou des *albuminoses*. Certains auteurs cependant ont soutenu l'opinion d'une décomposition par hydratation donnant des termes plus simples, sans apporter cependant des preuves décisives à l'appui de cette manière de voir.

» A la suite de longues recherches, qui m'ont occupé depuis ma dernière Communication, recherches rendues très pénibles par la nécessité de contrôler toutes mes expériences par l'analyse élémentaire des produits séparés par diverses méthodes et par l'étude des termes de leur décomposition sous l'influence de la baryte, j'ai été amené à adopter avec certitude la théorie du dédoublement de la matière protéique sous l'influence de la pepsine, dédoublement qui s'opère par voie d'hydratation et à préciser le sens et le mécanisme chimique de ce dédoublement.

» Je rappelle tout d'abord que les conclusions auxquelles je m'arrête ne s'appliquent qu'à la fibrine du cheval. Chaque matière albuminoïde paraît se comporter d'une façon spéciale sous l'influence de la pepsine et il y aura lieu de les soumettre successivement à un examen particulier, analogue à celui que nous indiquons aujourd'hui à propos de la fibrine.

» La fibrinpeptone obtenue, comme il a été dit dans ma première Note, par digestion prolongée pendant huit jours dans l'étuve à 40°, débarrassée au moyen d'une quantité théorique d'oxyde d'argent de l'acide chlorhydrique employé pendant la digestion, n'est évidemment pas homogène.

» Si, après avoir concentré la solution au bain-marie, à consistance demi-sirupeuse, on ajoute des quantités croissantes d'alcool fort (à 94 pour 100), on obtient des précipités fractionnés de plus en plus solubles dans l'alcool aqueux et dont l'ensemble représente environ les $\frac{4}{5}$ de la peptone totale. Le dernier cinquième reste en solution lorsque l'on a ajouté assez d'alcool pour obtenir un mélange contenant 85 à 90 pour 100 d'alcool.

» Ces divers précipités n'offrent pas exactement la même composition élémentaire, mais la comparaison de leur composition élémentaire conduit nettement à les faire envisager comme des termes ou des mélanges homologues. Ainsi, le précipité floconneux qui se forme au début, après addition au liquide de deux fois son volume d'alcool, donne des nombres qui peuvent se traduire par la formule $C^{29}H^{51}Az^{8}O^{13}$, tandis que la totalité du précipité, ou la moyenne, conduit à la formule $C^{31}H^{55}Az^{8}O^{13}$. La partie soluble dans l'alcool paraît renfermer un peu plus d'hydrogène; la formule brute qui traduit les analyses est $C^{30}H^{56}Az^{8}O^{13}$.

» Ces formules, nous l'avons déjà dit, ne doivent pas être envisagées comme des formules moléculaires, mais seulement comme traduisant les analyses et facilitant la comparaison des résultats.

» Ces divers termes, chauffés isolément à 180° avec 3 parties d'hydrate de baryte, pendant quatre à cinq heures, se comportent d'une manière analogue et comme la fibrinpeptone elle-même, en fournissant de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de l'acide acétique et un résidu fixe formé par un mélange d'acides amidés et dont la composition élémentaire varie très peu d'un produit à l'autre, lorsque ces résidus sont séchés dans le vide, à la température ordinaire. Ils donnent tous des nombres qui peuvent se traduire par la formule générale

$$m(C^{9}H^{18}Az^{2}O^{5});$$

séchés à l'étuve à 100°, ils perdent de l'eau et fournissent alors des résultats compris entre la formule précédente et la suivante : $m(C^{9}H^{18}Az^{2}O^{4})$.

» Le résidu fixe de la partie non précipitée par l'alcool répond à la formule $m(C^{9}H^{20}Az^{2}O^{5})$.

» Les résultats obtenus dans cette voie, quelque intéressants qu'ils soient, ne jettent pas encore assez de jour sur la question.

» L'emploi de l'acide phosphotungstique nous conduit à des données plus précises.

» M. le professeur Kühne avait déjà constaté que l'acide phosphotungstique, employé même en grand excès, ne précipite pas la totalité de la peptone de fibrine.

» D'après mes expériences la quantité précipitée ne dépasse guère la moitié du poids du produit mis en expérience. En employant de l'acide phosphotungstique pur et cristallisé, exempt d'alcalis, j'ai pu isoler la partie précipitable de celle qui ne l'est pas. Le précipité floconneux obtenu à froid étant chauffé au bain-marie, au sein de son eau mère, se réunit en une masse emplastique, peu volumineuse, molle à chaud et friable à froid, facile à laver. Il est traité à tiède par un léger excès d'eau de baryte; il se sépare du phosphotungstate barytique insoluble et la matière organique mise en liberté se dissout dans l'eau. Après filtration, on enlève l'excès de baryte par l'acide carbonique et l'acide sulfurique; on filtre, on évapore au bain-marie à consistance sirupeuse, puis on sèche dans le vide sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique. On obtient ainsi un résidu presque incolore, friable, soluble dans l'eau et non hygrométrique.

» Le liquide filtré, séparé du précipité phosphotungstique, est chauffé vers 50° et additionné d'un léger excès de baryte hydratée jusqu'à réaction alcaline; on filtre pour séparer le phosphotungstate de baryte et l'on achève l'opération comme ci-dessus.

» Voici quels sont les résultats obtenus en traitant ainsi la totalité du précipité alcoolique de la peptone, formant les $\frac{4}{5}$ de la peptone.

» Si nous traduisons par une formule les analyses de ce précipité alcoolique, nous arrivons à une expression telle que celle-ci : $C^{78,5}H^{141}Az^{21}O^{34}$. Chauffé avec la baryte, ce précipité perd 5 molécules d'ammoniaque; 2,5 molécules d'acide carbonique; 1 molécule d'acide acétique et fixe 13 molécules d'eau, ce qui conduit à l'équation schématique

$$C^{78,5}H^{141}Az^{21}O^{34} - C^{4,5}H^{19}Az^{5}O^{7} + 13H^{2}O = C^{74}H^{148}Az^{16}O^{40}$$

[qui est de la forme $8(C^{n}H^{2n}Az^{2}O^{5})$ avec $n = 9,25$].

» L'acide phosphotungstique dédouble ce précipité alcoolique en deux portions à peu près égales : l'une précipitée et l'autre pas.

» La composition de la partie précipitée se laisse très approximativement

représenter par la formule $C^{38,5}H^{73}Az^{11}O^{14}$; celle de la partie non précipitée par la formule $C^{40}H^{68}Az^{10}O^{20}$. La somme des formules de ces deux portions est égale à celle du précipité alcoolique.

» Sous l'influence de l'hydrate de baryte, le produit précipité par l'acide phosphotungstique se décompose d'après l'équation

$$C^{38,5}H^{73}Az^{11}O^{14} - (3AzH^3 + 1,5CO^2) + 5H^2O = C^{37}H^{74}Az^8O^{16};$$

le produit non précipité par l'acide phosphotungstique se décompose d'après l'équation

$$C^{40}H^{68}Az^{10}O^{20} - (2AzH^3 + CO^2 + C^2H^4O^2) + 8H^2O = C^{37}H^{74}Az^8O^{24}.$$

» La somme de ces deux équations représente la décomposition du précipité alcoolique non dédoublé par l'acide phosphotungstique

$$C^{78,5}H^{141}Az^{21}O^{34} - (5AzH^3 + 2,5CO^2 + C^2H^4O^2) + 13H^2O$$
$$= C^{74}H^{148}Az^{16}O^{40}.$$

» J'ajoute de suite que ces équations, toutes basées sur l'expérience et sur de nombreuses déterminations quantitatives, ne les traduisent que d'une façon approchée, mais avec une approximation suffisante pour que les lois du phénomène puissent être considérées comme vraies.

» 1° Les produits précipitables par l'acide phosphotungstique offrent entre l'oxygène et l'azote un rapport voisin de 1,27 : 1, et entre le carbone et l'hydrogène un rapport voisin de 1 : 1,9. Sous l'influence de la baryte, ils perdent près du quart de leur azote sous forme d'ammoniaque $\left(\frac{1}{3,66}\right)$, une quantité correspondante d'acide carbonique (CO^2 pour $2AzH^3$); le résidu fixe et amidé de ce traitement barytique est de la forme $p(C^nH^{2n}A^2O^4)$ ou $C^mH^{2m}AzO^2$, n étant compris entre 9 et 10 et très voisin de 9.

» 2° Les produits non précipitables par l'acide phosphotungstique offrent entre l'oxygène et l'azote un rapport voisin de 2 : 1, et entre le carbone et l'hydrogène un rapport voisin de 1 : 1,7. Sous l'influence de la baryte, ils perdent $\frac{1}{5}$ de l'azote total sous forme d'ammoniaque, et une quantité correspondante d'acide carbonique (CO^2 pour $2AzH^3$), ainsi que de l'acide acétique (1 molécule environ pour 2 molécules d'ammoniaque); le résidu fixe et amidé de ce traitement barytique est de la forme $p(C^nH^{2n}Az^2O^6)$, ou $C^mH^{2m}AzO^3$, n étant compris entre 9 et 10 et très voisin de 9.

» La partie soluble dans l'alcool donne des résultats analogues, avec cette différence qu'il y a excès d'hydrogène, le rapport C^nH^{2n} devenant voisin de C^nH^{2n+2}.

» De tout cela, on peut conclure avec certitude que la fibrinpeptone doit être envisagée comme un mélange dédoublable par l'acide phosphotungstique en une partie précipitable moins oxygénée et en une partie non précipitable plus oxygénée, jouant, par rapport à la première, le rôle d'un alcool. Sans aucun doute, l'excès d'oxygène de la portion non précipitable se trouve dans la molécule à l'état d'oxhydryle. La fibrine elle-même serait une espèce d'éther composé, saponifiable par l'influence de la pepsine, et se scindant en fixant de l'eau en ces deux termes opposés, qui tous deux sont des uréides, c'est-à-dire contiennent les éléments de l'urée.

» La transformation en peptone est donc le résultat d'une décomposition d'éther par saponification. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de la répartition des engrais dans le sol sur leur utilisation.* Deuxième Note de M. **H. Schlœsing**.

« J'ai indiqué dans une première Communication les dispositions que j'ai adoptées pour étudier, dans un cas particulier, l'influence de la répartition des engrais dans le sol sur leur utilisation. Il me reste à présenter les résultats de mes expériences.

» J'ai réuni, dans le Tableau qui va suivre, les nombres fournis par les pesées et les analyses de mes récoltes.

Tableau I.

		Poids.		Potasse.		Azote.		Acide phosphorique.	
		I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
		gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Blé (de Noé)...	grains.......	90,2	99,1	0,569	0,599	2,381	2,749	0,979	1,170
	balle.........	29,2	30,9	0,498	0,485	0,178	0,247	0.053	0,095
	paille........	143,9	149,9	4,363	4,280	1,017	1,069	0,163	0,233
	total.........	263,3	279,9	5,430	5,364	3,576	4,065	1,195	1,498
Haricots nains..	graines.......	121,3	144,5	2,245	2,927	4,435	5,107	1,322	1,639
	cosses........	35,05	43,9	1,265	1,645	0,214	0,350	0;055	0,087
	fanes........	61,05	92,65	1,989	2,842	1,204	1,962	0,305	0,582
	total.........	217,40	281,05	5,499	7,414	5,853	7,419	1,682	2,308

		Poids.		Potasse.		Azote.		Acide phosphorique.	
		I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Pois	graines	65,8 gr	63,3 gr	0,904 gr	0,773 gr	2,348 gr	2,380 gr	0,754 gr	0,678 gr
	cosses et fanes	54,4	59,2	1,849	2,483	0,911	1,031	0,181	0,180
	total	120,2	122,5	2,753	3,256	3,259	3,411	0,935	0,858
Pommes de terre (Richter-imperator)	tubercules	226,4	261,0	7,120	8,640	3,206	3,959	1,505	1,770
	fanes	54,4	92,9	2,508	4,629	0,772	1,548	0,118	0,265
	total	280,8	353,9	9,628	13,269	3,978	5,507	1,623	2,035

» L'examen de ce Tableau suggère les observations suivantes :

» 1° Les récoltes de blé, de haricots, de pommes de terre obtenues dans la case II l'emportent sur celles de la case I.

» Les excédents de poids, respectivement de 16gr,6, 63gr,65, 73gr,1, représentent les 6,3, 29,3, 26,0 centièmes des récoltes de la case I.

» Les quantités d'acide phosphorique, assimilées dans les deux cases par ces trois sortes de plantes, présentent des écarts encore plus grands en faveur de la case II. En effet, les différences, qui sont de 0gr,303 pour le blé, 0gr,626 pour les haricots, 0gr,412 pour les pommes de terre, représentent les 25,3, 37,2, 25,3 centièmes des quantités d'acide assimilées dans la case I.

» 2° Au contraire, les deux récoltes de pois sont à peu près égales. Je dois dire que j'ai perdu cinq gousses de belle venue appartenant aux pois de la case II; de là un déficit de 4gr environ dans la récolte des graines. Néanmoins, même en tenant compte de ce déficit, on constate que la quantité d'acide phosphorique assimilée est un peu moindre dans la case II, ce qui tient probablement à la rapidité du développement des pois. Leur végétation s'est poursuivie avant que l'acide fût suffisamment diffusé.

» 3° Si l'on confond en une seule toutes les récoltes d'une case, ou y séparant seulement les graines et tubercules des autres produits, pailles, balles, fanes, cosses, si l'on met ensuite en regard des poids de graines et tubercules, et de ceux des autres produits, les quantités afférentes de potasse, d'azote, d'acide phosphorique, on compose ainsi le Tableau ci-après :

Tableau II.

	Poids.		Potasse.		Azote.		Acide phosphorique.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Pailles, balles, etc.	378,0 gr	469,5 gr	12,470 gr	16,360 gr	4,300 gr	6,210 gr	0,880 gr	1,440 gr
Graines, tubercules	503,7	567,9	10,840	12,940	12,370	14,200	4,560	5,260
Les quatre récoltes entières	881,7	1037,4	23,310	29,300	16,670	20,410	5,440	6,700

» Ces nombres font connaître de combien tous les produits végétaux de la case II, rangés en deux catégories, l'emportent sur les produits similaires de la case I; de combien encore l'assimilation de la potasse, de l'azote et de l'acide phosphorique dans la case II a dépassé celle des mêmes éléments dans la case I.

» Les excédents de diverses sortes, calculés en centièmes des quantités homologues appartenant à la case I, sont les suivants :

Tableau III.

	Excédent			
	de poids.	de potasse.	d'azote.	d'acide phosph.
Pailles, fanes, etc.	24,2 %	31,2 %	44,4 %	64,8 %
Graines et tubercules	12,7	19,4	14,7	15,3
Les quatre récoltes entières	17,6	25,7	22,4	23,2

Les taux des excédents sont beaucoup plus considérables pour les pailles et fanes que pour les graines et tubercules, par la raison que les récoltes de pois, de haricots et de pommes de terre de la case II comprenaient des plantes encore vertes, possédant dans leurs fanes des principes amassés en vue de la fructification, mais demeurés sans emploi.

» 4° Avec les nombres consignés dans le Tableau II, on peut calculer les percentages de la potasse, de l'azote et de l'acide phosphorique dans les fanes et pailles, dans les graines et tubercules, enfin dans les quatre récoltes entières de chaque case. Voici ces percentages :

Tableau IV.

	Potasse.		Azote.		Acide phosphorique.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Pailles, balles	3,30 %	3,49 %	1,14 %	1,32 %	0,23 %	0,31 %
Graines et tubercules	2,15	2,28	2,46	2,50	0,91	0,93
Les quatre récoltes entières	2,64	2,82	1,89	1,97	0,62	0,65

» Tous les taux pour 100 de la potasse, de l'azote et de l'acide phosphorique dans les produits de la case II sont supérieurs à ceux de ces mêmes éléments dans les produits de la case I. Ainsi, non seulement l'ensemble des récoltes de la case II dépasse celui des récoltes de la case I, mais encore cet ensemble est plus riche en éléments assimilés. Cette supériorité peut avoir pour cause, en ce qui concerne les pailles et fanes, la récolte prématurée de plantes encore vertes; mais elle se montre aussi dans les graines et tubercules, ce qui prouve bien que, dans la case II, l'assimilation de la potasse, de l'azote et de l'acide phosphorique s'est opérée dans de meilleures conditions.

» Je puis conclure de tout ce qui précède que, dans mon terrain et dans les conditions de mes expériences, l'engrais semé en lignes a été mieux utilisé que l'engrais intimement mêlé au sol.

» Je ne sais comment se sont diffusés le nitrate et la potasse dans la case II; mais, quant à l'acide phosphorique, je dois croire que l'oxyde de fer, abondant dans ma terre, l'a insolubilisé et confiné dans un espace peu étendu autour de chaque ligne. Les rapports entre l'acide et les racines ont donc différé dans les deux cases : dans la première, toutes les racines ont rencontré l'acide phosphorique, mais en ont pris chacune une petite part; dans la seconde, un certain nombre d'entre elles seulement ont trouvé les gisements de phosphate, mais y ont prélevé de grosses parts. Il semble que les petites rations mises partout à portée de toutes les racines ne valent pas les fortes rations offertes à quelques-unes d'entre elles. Dans ce dernier cas, la multiplication plus grande des racines dans les régions d'un sol où les engrais abondent doit concourir à la meilleure utilisation des aliments.

» L'influence de la répartition des engrais sur leur utilisation est certainement variable selon leurs doses, selon les récoltes, selon la constitution et la fertilité des sols. C'est aux praticiens qu'il appartient de la déterminer dans les divers cas. Le but essentiel de la présente publication est d'appeler leur attention sur une question intéressante, et de provoquer de leur part des études qui promettent quelque progrès dans l'emploi des engrais. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de dilatation des gaz sous pression constante;* par M. **E.-H. Amagat.**

« Voici d'abord un Tableau relatif à l'acide carbonique et calculé au moyen des résultats du réseau que j'ai publié en 1891 (12 octobre). Les

coefficients moyens y sont donnés sous les pressions inscrites à la première colonne verticale, entre les limites successives de température indiquées à la première colonne horizontale; je ferai remarquer, pour éviter toute confusion, qu'ils sont ramenés à l'unité de volume en divisant successivement par le volume relatif à la limite inférieure de chaque intervalle de température et non par le volume initial à zéro (une remarque analogue aurait dû être faite dans ma dernière Note relative aux coefficients de compressibilité).

Acide carbonique $\left(\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)$ (N° 1).

P.	Entre 0° et 10°.	10°—20°.	20°—30°.	30°—40°.	40°—50°.	50°—60°.	60°—70°.	70°—80°.	80°—90°.	90°—100°.	100°—137°.	137°—198°.	198°—258°
atm													
50	0,00905	†	0,01394*	0,01097*	0,00823	0,00695	0,00600	0,00508	0,00520	0,00464	″	″	″
60	0,00800	0,01259	†	0,01557*	0,01081	0,00853	0,00705	0,00604	0,00560	0,00521	″	″	″
75	0,00654	0,01043	0,02166	[(**0,18310**)]	0,02048	0,01258	0,00916	0,00762	0,00643	0,00595	0,00485	0,00369	0,00260
80	0,00644	0,00951	0,01710	0,14270	0,02963	0,01471	0,01083	0,00854	0,00699	0,00648	″	″	″
85	0,00637	0,00872	0,01425	0,09079	0,04965	0,01813	0,01222	0,00921	0,00753	0,00696	″	″	″
80	0,00632	0,00827	0,01265	0,04450	[(**0,07566**)]	0,02254	0,01376	0,01006	0,00811	0,00724	″	″	″
95	0,00626	0,00786	0,01162	0,02900	[**0,07388**]	0,02784	0,01547	0,01116	0,00865	0,00765	″	″	″
100	0,00544	0,00728	0,01159	0,02128	[**0,05899**]	0,03462	0,01755	0,01229	0,00928	0,00802	0,00601	0,00420	0,00279
110	0,00544	0,00709	0,00923	0,01510	0,03142	[(**0,04100**)]	0,02262	0,01428	0,01092	0,00908	″	″	″
125	0,00522	0,00630	0,00772	0,01666	0,01791	[**0,02911**]	(**0,02608**)	0,01804	0,01304	0,01037	″	″	″
150	0,00474	0,00550	0,00613	0,00922	0,01114	0,01575	[**0,01855**]	(**0,01835**)	(**0,01484**)	(**0,01247**)	0,00864	0,00525	0,00313
175	0,00423	0,00493	0,00550	0,00728	0,00842	0,01061	0,01335	0,01370	[**0,01374**]	0,01228	(**0,00945**)	0,00565	0,00330
200	0,00416	0,00449	0,00501	0,00625	0,00695	0,00850	0,00977	0,01083	0,01083	0,01134	0,00934	0,00798	0,00343
250	0,00337	0,00408	0,00461	0,00459	0,00511	0,00656	0,00672	0,00697	0,00778	[**0,00865**]	0,00794	(**0,00616**)	0,00358
300	0,00322	0,00364	0,00401	0,00418	0,00432	0,00495	0,00542	0,00554	0,00601	0,00627	[**0,00662**]	0,00570	(**0,00364**
400	0,00268	0,00314	0,00311	0,00352	0,00346	0,00382	0,00384	0,00414	0,00419	0,00426	[**0,00466**]	0,00465	0,00341
500	0,00253	0,00274	0,00266	0,00280	0,00313	0,00323	0,00322	0,00330	0,00329	0,00349	0,00364	0,00386	″
600	0,00224	0,00247	0,00255	0,00261	0,00255	0,00274	0,00287	0,00287	0,00283	0,00293	0,00302	0,00317	″
700	0,00220	0,00219	0,00238	0,00232	0,00235	0,00241	0,00249	0,00258	0,00251	0,00258	0,00261	0,00278	″
800	0,00214	0,00216	0,00215	0,00218	0,00223	0,00219	0,00224	0,00228	0,00226	0,00233	0,00234	0,00243	″
900	0,00197	0,00195	0,00200	0,00204	0,00199	0,00210	0,00206	0,00210	0,00206	0,00213	0,00216	0,00223	″
1000	0,00175	0,00184	0,00180	0,00183	0,00191	0,00184	0,00198	0,00197	0,00198	0,00204	0,00234	″	″

» Pour les températures inférieures à la température critique, les coefficients ne peuvent, évidemment, pas être pris sous des pressions intermédiaires entre les tensions maxima correspondant aux limites de température, car le changement de volume proviendrait non seulement de la dilatation sous les deux états, mais encore du changement d'état; le coefficient deviendrait infini à la limite. On a placé, sur le Tableau, des croix à la place des coefficients qui, pour cette raison, n'ont pas été calculés. (Entre 10° et 20° sous la pression de 50^{atm} et entre 20° et 30° sous la pression de 60^{atm}.)

» Pour une pression égale à la tension maxima de l'une des limites, le coefficient se rapporte à l'état gazeux si c'est la limite inférieure et à l'état liquide dans le cas contraire; enfin, à une température donnée et sous la

tension maxima correspondante, il y a deux coefficients correspondant aux deux états, l'un partant de la saturation, l'autre y aboutissant; il serait extrêmement intéressant de pouvoir comparer aux diverses températures les valeurs de ces deux coefficients : c'est une étude qui réclamerait des déterminations spéciales, et qui présenterait d'assez grandes difficultés; comme la variation du coefficient avec la température, dans ces conditions, est très rapide, il faudrait resserrer beaucoup les limites en arrivant à la saturation.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la pression.* — On voit à l'inspection du Tableau n° 1 que le coefficient augmente d'abord avec la pression ainsi que Regnault l'avait déjà trouvé pour des pressions de quelques atmosphères; il passe par un maximum qui a lieu sous une pression croissant régulièrement avec la température, ainsi qu'on le voit de suite, les maxima de chaque colonne verticale ayant été mis entre parenthèses. Lors de mon premier travail sur ce sujet, ces maxima m'avaient paru avoir lieu sous les pressions correspondantes aux minima des produits pV, mais les données actuelles plus complètes montrent que cette loi n'est qu'approchée. On peut chercher à préciser : à la température critique, le maximum du coefficient a évidemment lieu sous la pression critique qui est forcément plus petite que celle correspondant à l'ordonnée minima; le lieu des coefficients maxima part donc du point critique, et comme celui-ci est un point d'inflexion, on peut se demander si le lieu en question ne serait pas confondu avec celui des points d'inflexion des isothermes; il n'en est pas ainsi, la température croissant, le maximum continue d'abord à se produire un peu avant l'ordonnée minima; il reste compris entre le lieu du sommet de ces ordonnées et celui des points d'inflexion ; il se rapproche peu à peu du premier et finit par le couper dans la région de son abscisse minima. Le réseau de l'acétylène conduit à des résultats tout à fait semblables. Le Tableau (n° 2) montre que pour les gaz oxygène, hydrogène, azote et air, la décroissance du coefficient se continue régulièrement jusqu'à 3000^{atm}; le même fait se voit sur le troisième Tableau pour des températures plus élevées, et pour les mêmes gaz.

$$\left(\frac{1}{V}\,\frac{\Delta V}{\Delta t}\right) \quad (\text{N}^\circ\ 2).$$

	Oxygène.	Hydrogène.		Azote.		Air.	
P. (atm)	0°—15°,6.	0°—15°,4.	0°—47°,3.	0°—16°,0.	0°—46°,6.	0°—15°,7.	0°—45°,1.
1000......	0,00236	0,00200	0,00206	0,00193	0,00191	0,00206	0,00197
1500......	0,00189	0,00178	0,00173	0,00140	0,00151	0,00144	0,00148
2000......	0,00164	0,00152	0,00152	0,00133	0,00131	0,00116	0,00126
2500......	0,00147	0,00138	0,00137	0,00111	0,00108	0,00107	0,00112
3000......	0,00134	0,00128	0,00129	0,00098	0,00098	0,00110	0,00105

» *Variation du coefficient de dilatation avec la température.* — Le Tableau ci-dessus (n° 1) montre que le coefficient augmente d'abord avec la température, passe par un maximum puis diminue. Sous des pressions constantes de plus en plus fortes, ce maximum a lieu à des températures de plus en plus élevées en même temps qu'il est de moins en moins accentué; bientôt il n'existe plus dans les limites du Tableau, il ne subsiste qu'un accroissement qui devient de moins en moins sensible. Sous la pression de 1000^{atm}, ce maximum existe sans doute encore à des températures suffisamment élevées; pour s'en assurer, il suffit de considérer des gaz beaucoup plus éloignés de leur point critique : on peut prévoir que pour ceux-ci le maximum sera atteint ou même dépassé ; c'est en effet ce que montre le Tableau suivant (n° 3) : tous les coefficients y sont notablement plus faibles entre 100° et 200° qu'entre 0° et 100°, le maximum est dépassé.

$$\left(\frac{1}{V}\frac{dV}{\Delta t}\right) \quad (\text{N° } 3).$$

P.	Oxygène.		Hydrogène.		Azote.		Air.	
atm	0° — 99°,5.	99°,5 — 199°,5	0° — 99°,25.	99°,25 — 200°,2.	0° — 99°,45.	99°,45 — 199°,50.	0° — 99°,4.	99°,4 — 100°,4.
100....	0,00486	//	//	//	//	//	0,00444	//
200....	0,00534	0,00300	0,00332	0,00242	0,00433	0,00280	0,00455	0,00287
300....	0,00512	0,00297	0,00314	0,00231	0,00402	0,00267	0,00422	0,00275
400....	0,00459	0,00280	0,00295	0.00221	0,00358	0,00250	0,00371	0,00261
500....	0,00405	0,00264	0,00278	0,00214	0,00315	0,00235	0,00331	0,00241
600....	0,00357	0,00245	0,00261	0;00204	0,00282	0,00219	0,00294	0,00222
700....	0,00320	0,00226	0,00249	0,00196	0,00256	0,00204	0,00269	0,00207
800....	0,00288	0,00212	0,00237	0,00189	0,00236	0,00189	0000244	0.00194
900....	0,00261	0,00198	0,00226	0,00182	0,00218	0,00179	0,00226	0,00182
1000....	0,00241	//	0,00218	//	//	//	0,00214	0,00171

» Sur le Tableau n° 1 les maxima relatifs à la température ont été placés entre crochets; on voit qu'ils forment une suite assez rapprochée de celle des maxima relatifs à la pression et qui de même que cette dernière paraîtrait plus régulière si les limites de pression et de température étaient plus resserrées, les maxima réels ne tombant qu'accidentellement sur les nombres inscrits au Tableau. Le lieu de ces maxima relatifs à la température part du point critique comme celui des maxima relatifs à la pression; il se rapproche plus rapidement que ce dernier du lieu des ordonnées minima, qu'il coupe plus rapidement aussi, c'est-à-dire notablement avant son abscisse minima.

» Il est bon d'observer qu'au-dessous de la température critique les premiers coefficients de chaque colonne horizontale [Tableau (n° 1)] se rapportent à l'état liquide tant que la pression est supérieure à la tension maxima; sous les pressions inférieures à la pression critique, les coefficients

relatifs à l'état gazeux proprement dit vont en décroissant de suite; j'avais déjà, dès 1870, montré (*Comptes rendus*, 4 juillet 1870; *Annales de Chimie et de Physique*, 1892), que pour les gaz, acide sulfureux et acide carbonique, le coefficient décroît régulièrement depuis 0° jusqu'au delà de 300°, sous la pression de l'atmosphère.

» Pour les pressions supérieures à la pression critique, il n'y a plus lieu de considérer la distinction que je viens de faire entre les deux coefficients parce que la discontinuité n'existe plus sous pression constante; pour éviter toute confusion, j'ai marqué d'un astérisque trois coefficients qui, quoique correspondant à des températures inférieures à la température critique (à 50^{atm} et 60^{atm}), se rapportent néanmoins à l'état gazeux.

» Je reviens maintenant aux gaz dont le coefficient a déjà, à la température ambiante, atteint ou dépassé sa valeur maxima; le Tableau suivant (n° 4) des valeurs de $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ non ramenées à l'unité de volume montre que cette valeur, sauf pour l'oxygène, devient sensiblement indépendante de la température :

$\frac{\Delta V}{\Delta t}$ (N° 4).

	Oxygène.		Hydrogène.		Azote.		Air.	
P.	0°—99°,5.	99°,5—199°,5.	0°—99°,25.	99°,25—200°,2.	0°—99°,45.	99°,45—199°,5.	0°—99°,4.	99°,4—200°.
atm	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
100.....	4518	»	»	»	»	»	4320	»
200.....	2442	2095	1890	1835	2251	2086	2296	2095
300.....	1643	1440	1265	1222	1522	1414	1544	1422
400.....	1207	1072	0947	0919	1124	1066	1125	1084
500.....	0937	0856	0754	0741	0877	0859	0887	0859
600.....	0756	0703	0624	0615	0718	0715	0720	0706
700.....	0634	0592	0535	0526	0609	0609	0615	0602
800.....	0541	0512	0468	0460	0530	0525	0533	0525
900.....	0470	0450	0415	0409	0469	0463	0469	0463
1000.....	0418	»	0376	»	»	»	0425	0413

» Les coefficients comptés depuis zéro sont donc sensiblement constants, comme cela a lieu, du reste, dans le Tableau (n° 2) jusqu'aux plus fortes pressions; par suite, les coefficients pris entre les limites successives sont sensiblement en raison inverse des volumes initiaux successifs. On retombe ainsi sur une loi qui rappelle celle des gaz parfaits, seulement ici les volumes, au lieu d'être proportionnels aux températures absolues, sont proportionnels à celles-ci augmentées d'une constante dépendant de la pression et qui croît avec elle. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude sur le pouvoir pathogène des pulpes ensilées de betteraves.* Note de M. **Arloing**.

« L'usage alimentaire des pulpes de betteraves conservées dans des silos détermine, chez les animaux ruminants, des accidents variés, parfois mortels, désignés sous les noms symptomatologique de *maladie de la caillette* (Guionnet), ou étiologique, de *maladie de la pulpe* (Rossignol, Butel).

» Les pulpes proviennent des distilleries ou des sucreries. Les résidus des distilleries sont primitivement acides; ceux des sucreries sont neutres. Au bout de quelques semaines d'ensilage, les uns et les autres prennent une réaction acide, qui atteint assez rapidement son maximum. Il m'a fallu de $1^{gr},8$ à $3^{gr},2$ de potasse caustique pour neutraliser 1^{lit} de liquide extrait de pulpes fermentées ($1^{gr},8$ pour des pulpes ensilées depuis deux mois; $3^{gr},2$ pour des pulpes ensilées depuis huit mois; 3^{gr} pour des pulpes ensilées depuis deux ans).

» J'ai reconnu dans ces liquides la présence des acides acétique, lactique et butyrique. L'acidité complexe des pulpes les met à l'abri des moisissures et des agents de la putréfaction vulgaire, de ceux surtout qui dégagent de l'hydrogène sulfuré.

» Outre les acides précités, il se forme, dans les pulpes de betteraves ensilées, diverses substances solubles, résultant aussi de l'attaque des matières hydrocarbonées et azotées par des organismes ferments.

» Il convient donc d'abord de dire un mot des agents animés de ces modifications.

» La flore microbienne des pulpes fermentées n'est pas si riche en espèces qu'on pourrait le supposer, étant donnée la manière dont les cossettes de betterave sont manipulées dans les usines, transportées et entassées dans les silos. Cela tient probablement à la température assez élevée à laquelle on épuise les cossettes, à l'acidité immédiate des pulpes des distilleries, à l'acidification générale consécutive de toutes les pulpes, et à l'apparition de produits de fermentation jouant le rôle d'antiseptiques pour certains microbes. Mais elle est très riche en individus.

» Dans les échantillons soumis à mon examen, je n'ai trouvé que des bacilles, paraissant appartenir à trois espèces dans les pulpes des sucreries, à quatre dans les pulpes des distilleries. Trois de ces espèces sont communes aux deux pulpes. J'ai rencontré la quatrième dans les pulpes des

distilleries; toutefois, je ne serais pas étonné qu'elle existât aussi dans quelques pulpes de sucreries.

» Je ne décrirai pas ici ces quatre espèces de bacilles. Je me bornerai à dire que je les ai distinguées les unes des autres par des caractères tirés de leur morphologie, de l'aspect de leurs colonies dans la gélatine en plaque, et de l'influence de leur végétation sur les caractères physiques des milieux nourriciers solides.

» Tous ces microbes sont facultativement aérobies ou anaérobies. Néanmoins, les cultures faites au contact de l'air sont plus riches que les cultures conduites dans le vide. Une seule espèce, un bacille très petit, végète dans le bouillon acidifié par l'acide acétique et en présence de l'air. Je l'ai rencontrée dans le sang d'un bœuf ayant succombé à la maladie de la pulpe et porteur de lésions inflammatoires sur toute l'étendue de l'appareil digestif et dans le poumon. Deux, parmi les autres, décolorent la gélatine peptone teintée avec du bleu de tournesol, à la température de $+14°$ à $+18°$. La troisième communique à la gélatine colorée en bleu une teinte violette, mais n'en change pas la réaction neutre.

» Le liquide ou le deliquium qui s'échappe des pulpes de betterave ensilées renferme donc, en suspension, trois ou quatre espèces de bacilles et, en solution, des acides et des substances organiques dont la présence se rattache à la vie microbienne.

» Ces divers facteurs interviennent-ils dans l'étiologie de la maladie de la pulpe?

» Pour m'éclairer sur ce sujet, j'ai commencé par injecter ce liquide complet, simplement filtré à travers le papier, dans le tissu conjonctif sous-cutané et dans les veines du cobaye, du lapin, du chien, de l'agneau.

» Sous la peau, les effets de l'injection sont insignifiants. Mais, dans le sang, ce liquide produit d'abord un trouble profond du système circulatoire cardio-pulmonaire et du système capillaire général, ainsi que la paralysie du centre cilio-spinal; ensuite, une sorte d'ataxie des nerfs vaso-moteurs dont ils sortent avec peine. Aussi, quand la maladie provoquée artificiellement de cette manière dure quelque temps, constate-t-on sur l'agneau des hémorragies dans les voies respiratoires et urinaires. Si le liquide est poussé dans les veines avec plus de célérité, le sujet présente tout à coup des convulsions cloniques et toniques, de l'exorbitisme, puis il succombe rapidement.

» Si l'on suspend les injections avant cet état extrême, le sujet manifeste de la parésie du train postérieur; il se traîne sur le sol à l'aide des membres thoraciques; sa respiration est haletante. Parfois il guérit; souvent il meurt dans les vingt-quatre heures.

» La dose toxique varie suivant la provenance du liquide; elle est, en général, de 3^{cc} à 4^{cc} par kilogramme de poids vif.

» La nocivité est de même nature et se présente aux mêmes degrés dans les pulpes de sucreries ou de distilleries. Elle s'établit pendant l'ensilage,

met environ deux mois à acquérir toute son intensité, et se modifie peu ultérieurement.

» A la suite de l'intoxication suraiguë, on n'observe pas de lésions viscérales dignes d'être mentionnées. Quand la survie a été de vingt-quatre heures, les reins, le foie sont congestionnés et violacés, les poumons engoués et sous-tendus par de la sérosité sanguinolente; le duodénum est vivement injecté; les cellules hépatiques sont chargées de granulations graisseuses; autour d'elles nagent, dans les préparations microscopiques, un grand nombre de bacilles. Enfin, lorsque la survie est encore plus longue et que la maladie devient chronique, on note des signes manifestes de dépérissement; les sujets maigrissent, prennent un pelage terne et hérissé et finissent par périr, offrant à l'autopsie les lésions d'une anémie profonde.

» Je me suis convaincu par des inoculations intra-veineuses abondantes des microbes isolés que ces derniers jouent dans la production des accidents mortels un rôle beaucoup moins important que le liquide où ils sont contenus.

» Les troubles relevés dans mes expériences traduisent donc l'évolution et la terminaison d'un empoisonnement par les substances d'origine microbienne dissoutes au sein du liquide qui baigne abondamment les pulpes de betteraves.

» J'ai poursuivi l'ébauche du problème que je m'étais posé, en cherchant la part qui revient aux principaux groupes de ces substances dans les phénomènes d'intoxication.

» Il faut distinguer le groupe des acides et, parmi les autres substances, celles que nous appellerons, pour plus de simplicité, *diastaséiformes* et *ptomaïques*. Celles-là sont précipitées par l'alcool, celles-ci restent dissoutes dans ce liquide. Je les ai séparées les unes des autres, et reprises par l'eau glycérinée à 50 pour 100.

» Les acides jouent un rôle effacé dans l'intoxication. Je m'en suis assuré indirectement, faute d'avoir pu supprimer les acides sans altérer autrement les liquides toxiques; néanmoins, mes convictions sur ce point sont assez solidement établies.

» Quant aux substances diastaséiformes et ptomaïques, elles sont très dangereuses. Elles contribuent toutes les deux à déterminer les troubles que j'ai décrits; cependant, leur participation à la genèse de ces phénomènes n'est pas identique. La différence la plus considérable qui les sépare réside dans leur action sur le système nervo-moteur. Les substances ptomaïques sont convulsivantes et paralysantes; les substances diastaséi-

formes exercent une influence plus persistante sur les phénomènes vasomoteurs et hypersécrétoires.

» La substance convulsivante, la plus redoutable, existe en quantité extrêmement minime dans le liquide des pulpes; elle est énergiquement retenue par les filtres en porcelaine, et elle se détruit peu à peu avec le temps dans les solutions glycérinées. Le vieillissement permet de reconnaître qu'elle est distincte de la matière paralysante du système ciliospinal.

» Après avoir déterminé et analysé expérimentalement la toxicité des pulpes de betterave, reste à examiner l'effet qu'elle peut avoir sur la santé des animaux usant de ces résidus.

» Il faut retenir que, dans certaines fermes, les sujets de l'espèce bovine consomment de 90^{kg} à 100^{kg} de pulpes fermentées par jour, et les moutons une quantité proportionnellement plus grande. Ils ingèrent donc quotidiennement une masse énorme de liquide toxique. Étant données ses propriétés vaso-paralytiques, hypersécrétoires et exosmotiques, on conçoit que ce liquide détermine à la longue de l'irritation intestinale et de la diarrhée. C'est là la forme la plus bénigne de l'intoxication par les pulpes; elle se concilie avec la santé et l'engraissement de l'animal. Mais, que les pulpes deviennent plus dangereuses ou qu'elles soient ingérées par des animaux moins résistants, aux symptômes précédents s'ajouteront la faiblesse du cœur, la tristesse, une respiration tout à la fois lente et dyspnéique, les épanchements dans les séreuses, et les signes d'une vive inflammation de l'appareil gastro-intestinal, étendue parfois jusqu'à la bouche. On a véritablement affaire à la maladie de la pulpe, compliquée dans certains cas de troubles nerveux, parésie ou convulsions. Si ces conditions, réciproquement adjuvantes, se présentent au maximum, et si l'on ne songe pas à diminuer la ration de pulpes ou à la supprimer, on peut assister à un empoisonnement aigu évoluant en douze ou vingt-quatre heures, comme on en a vu des exemples sur le mouton.

» La congestion s'établit surtout sur la partie moyenne de l'appareil digestif, parce que les effets vaso-paralytiques s'exercent par voie réflexe sur les régions soumises à l'action irritante directe du toxique.

» Il n'est pas absolument rare que la maladie de la pulpe s'accompagne de lésions microbiennes des muqueuses ou des parenchymes, qu'au moment de la mort le sang soit peuplé de microbes, et que le cadavre se décompose rapidement. A mon avis, c'est à la faveur de l'état général et de l'état de la muqueuse digestive, créés par les liquides toxiques, que les

microbes des pulpes (une espèce notamment) pénètrent dans les vaisseaux, envahissent l'organisme, se fixent çà et là, et hâtent le dénouement fatal. Dans le cadavre, qui ressemble plus ou moins à celui d'un sujet surmené, les envahisseurs déterminent prématurément les phénomènes de la putréfaction.

» Dans une prochaine Note, je ferai connaître les moyens d'affaiblir les propriétés pathogènes que je viens de décrire [1]. »

M. le baron **Larrey** fait hommage à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, d'un Ouvrage en deux volumes qu'il vient de publier sous le titre « Madame Mère (*Napoleonis mater*); essai historique ».

C'est de cet Ouvrage que M. Larrey a extrait le Chapitre intitulé *Une visite à Madame Mère* [1], pour en donner lecture, le 25 octobre dernier, par délégation de l'Académie des Sciences, à la séance annuelle des cinq Académies de l'Institut.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Lalanne*.

Cette Commission doit comprendre deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, deux Académiciens libres et le Président en exercice.

Les Membres qui obtiennent la majorité sont :

MM. Bertrand.	44	suffrages
Fizeau	24	»
Daubrée	27	»
Schlœsing	24	»
Larrey.	32	»
Damour	29	»

La Commission sera présidée par M. **d'Abbadie**, Président actuel de l'Académie.

---

(1) Les matériaux, pour cette étude, m'ont été procurés obligeamment par M. H. Rossignol, vétérinaire à Melun.

(1) Dentu, éditeur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Michel adresse une Note « Sur une transformation du conoïde de Plücker ».

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré.)

M. L. Capazza adresse une Note relative à la possibilité d'ascensions à très grandes hauteurs, sans aéronautes, pour des déterminations scientifiques.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. de Pietra Santa adresse un complément à sa Note sur les perfectionnements apportés dans la fabrication de l'eau de Seltz artificielle.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouveau fascicule (16 : 1-3) des *Acta mathematica*, Journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler* (présenté par M. Hermite);

2° Un volume de M. *A. Lacroix*, intitulé « Minéralogie de la France et de ses Colonies » (présenté par M. Des Cloizeaux).

M. Brouardel prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *Lalanne*.

(Renvoi à la Commission.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Holmes (f 1892), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.		Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Nov. 9....	*a* 123 BD + 38	9,5	+0.23,63	−1′.35″,8	4:4
9....	*a* Id.	9,5	+0.21,59	−1.57,1	2:2
13....	*b* Anonyme	10	+0. 8,13	−5.27,0	4:4
13....	*b* Id.	10	+0. 7,54	−5.34,5	4:4
13....	*b* Id.	10	+0. 7,38	−5.35,3	4:4
13....	*b* Id.	10	+0. 7,09	−5.42,6	4:4
13....	*b* Id.	10	+0. 6,70	−5.44,6	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Nov. 9.....	*a*	0.45.28,88	+2,99	+38°.20′.35″,9	+25″,7	Rapportée à *c*
13.....	*b*	0.43.52,68	+2,95	+37.58. 6,8	+26,4	Rapportée à *d*
.....	*c*	0.44.27,11	»	+38.16.43,5	»	Lund Zones 91 et 98
.....	*d*	0.44. 6,17	»	+38. 7. 0,0	»	Weisse$_2$ (1083, 0^h)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Nov. 9.........	7.59.25	0.45.55,51	$\bar{1}$,271$_n$	+38°.19′.25″,8	0,274
9.........	9.28. 6	0.45.53,46	$\bar{4}$,702	+38.19. 4,5	0,208
13.........	10.20. 1	0.44. 3,76	$\bar{1}$,170	+37.53. 6,2	0,259
13.........	10.46.32	0.44. 3,17	$\bar{1}$,304	+37.52.58,7	0,293
13.........	10.55.43	0.44. 3,01	$\bar{1}$,341	+37.52.57,9	0,306
13.........	11.10.49	0.44. 2,72	$\bar{1}$,395	+37.52.50,6	0,330
13.........	11.25. 6	0.44. 2,33	$\bar{1}$,438	+37.52.48,6	0,353

» *Remarques.* — Les étoiles *a* et *b* ont été rapportées avec l'équatorial respectivement à *c* et *d*; on a obtenu ainsi :

			Nombre de comparaisons.
⋆ *a* — ⋆ *c*.....	ΔÆ = +1^m 1^s,77	Δ℗ = +3′52″,5	3.5
⋆ *b* — ⋆ *d*.....	−0^m 13^s,49	−8′53″,2	2.2

» 1892. Nov. 9. — La comète est une large et brillante nébulosité parfaitement ronde, de 5′, 5 de diamètre, avec noyau bien central, assez diffus, de 10″ de diamètre et ressortant assez bien. Une région, un peu plus brillante que les parties qui l'avoisinent, part du noyau dans la direction $p = 127°,1$; elle est de forme vaguement elliptique et ses axes ont 1′, 5 — 2′ et 30″, le grand axe partant du noyau.

» Nov. 13. — Les observations de ce jour ont été faites dans des conditions assez médiocres à cause des nuages et de l'humidité qui se condensait sur l'objectif : celles pour lesquelles on apercevait le mieux le noyau sont d'abord la dernière, puis la première, tandis que lors de la seconde mesure on l'apercevait mal. La comète a aujourd'hui 8′ de diamètre; elle est à peu près ronde, mais le noyau n'occupe plus le centre, la partie qui suit le noyau étant plus développée que celle qui précède. La région elliptique signalée le 9 novembre a maintenant 2′ de long sur 30″ de large et est dirigée vers $p = 116°,8$.

» A l'œil nu la comète s'aperçoit facilement; elle est aussi brillante que la nébuleuse d'Andromède dont elle est voisine; mais, étant beaucoup moins étendue, elle s'aperçoit un peu moins bien. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Transformation du grand télescope de l'Observatoire de Paris, pour l'étude des vitesses radiales des astres. Résultats obtenus.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« La recherche de la vitesse radiale des astres, par la méthode du déplacement de M. Fizeau, est une des plus belles applications de la Physique; elle doit fournir à l'Astronomie des matériaux importants, que l'observation ordinaire ne peut lui donner. J'ai accepté la tâche d'organiser, à l'Observatoire, l'étude régulière de ces vitesses avec les seuls instruments disponibles : le sidérostat de Foucault et le grand télescope de $1^m,20$.

» *Premiers essais.* — Les premiers essais ont été faits en 1890, avec ces deux instruments, et ont fourni les premières épreuves spectrales d'astres juxtaposés à un spectre de comparaison qni aient été obtenues en France, les premières même qui aient été faites avec des instruments de ce genre.

» Le sidérostat (*Comptes rendus*, 1891), qui évite toutes les flexions, offre des avantages particuliers; mais l'insuffisance du mécanisme et du miroir ont limité l'observation aux étoiles de première grandeur. Avec le télescope, d'autre part (*Comptes rendus,* 1890), le spectroscope ancien,

qui seul pouvait alors être fixé à l'instrument, avait une dispersion trop faible; de plus, la manœuvre de l'appareil était beaucoup trop pénible pour les longues poses photographiques. La difficulté de la manœuvre tient aux grandes dimensions de l'instrument, et aussi à ce qu'il est du type newtonien et exige la présence de l'observateur à la partie supérieure du tube. Si l'on joint à ces inconvénients la qualité médiocre du miroir au point de vue optique, et les flexions considérables de la monture métallique, on s'explique pourquoi ce grand appareil a peu servi jusqu'à présent et même n'a donné lieu, avant ces recherches, à aucun travail qui ait été publié.

» *Transofrmation définitive du télescope.* — En résumé, le télescope, à cause de la grande surface de son miroir, convient seul pour ces recherches qui exigent beaucoup de lumière. J'ai été alors obligé de lui adjoindre un spectroscope puissant, et aussi de transformer le télescope lui-même pour rendre la conduite facile et appropriée aux longues poses; ce qui a pu être obtenu par un dispositif simple et nouveau.

» Ces perfectionnements nécessaires et quelques autres en plus ont été réalisés dans le courant de l'année 1891; et, dès le commencement de cette année, c'est-à-dire depuis dix mois, l'appareil transformé a été soumis à un service régulier. Je présente à l'Académie la description succincte du nouveau télescope et l'ensemble des résultats obtenus.

» *Disposition nouvelle de l'anneau.* — Les grands télescopes sont nécessairement incommodes, à cause de la position de l'image des astres qui est formée au centre du faisceau de lumière incidente, hors de la portée de la main et de la vue de l'observateur. Le petit miroir fixe, dit *de Newton,* incliné à 45°, dont les dimensions ont été agrandies dans les modèles les plus récents, remédie à cet inconvénient. Or, j'ai supprimé en principe ce miroir fixe, qui absorbe une portion notable de la lumière, surtout dans la partie actinique. Le plan focal du télescope est alors dégagé, et j'ai pu y placer soit un châssis photographique, soit la fente d'un spectroscope.

» Le collimateur correspondant est alors sur l'axe même du télescope et mobile le long de cet axe. A la suite j'ai placé trois prismes de flint lourd, qui assurent une dispersion suffisante, et une position convenable de la chambre photographique à portée de l'observateur. Toutes les pièces du spectroscope sont réunies dans une boîte rigide en tôle d'acier qui assure dans toutes les positions l'invariabilité des distances, condition nécessaire à remplir dans l'étude des déplacements spectraux. Cette boîte d'acier est fixée à l'anneau de la partie supérieure du télescope, par-dessus le véhicule oculaire, qui n'est pas déplacé, et sans arrêter une portion nouvelle de la lumière incidente. D'autre part, un prisme à réflexion totale fixé au véhicule remplace, pour la vision oculaire, le miroir enlevé, et même, par l'addition d'une échancrure dans le support, fournit un champ cinq fois plus étendu qu'auparavant.

» Cette disposition nouvelle de l'anneau réunit donc sous la main de l'astronome

tous les organes nécessaires à l'observation oculaire et photographique des astres et de leurs spectres, sans exiger le déplacement d'aucune pièce et avec la perte minima de lumière. Elle répond à tous les besoins de l'Astronomie physique.

» *Conduite nouvelle du télescope.* — Mais la situation de l'observateur à la partie supérieure est toujours aussi pénible. La difficulté a été tournée de la façon suivante : les joues de la fente du spectroscope sont deux plaques d'acier poli, formant miroir et légèrement inclinées, de manière à réfléchir sur le côté le faisceau lumineux de l'étoile. Un objectif de 4^{po}, placé à l'intérieur du tube, reçoit ce faisceau, et l'oculaire correspondant, coudé et placé à la partie inférieure près du grand miroir, donne ainsi à la fois l'image de la fente et des étoiles sur cette fente. D'autre part, les mouvements lents de déclinaison et d'ascension droite ont été prolongés jusqu'à l'oculaire coudé. L'observateur peut ainsi, à 8^{m} de distance, mais commodément, diriger et maintenir l'étoile sur la fente du spectroscope.

» Ce dispositif simple, qui est appliqué pour la première fois aux télescopes avec miroir non percé d'un trou central, leur assure les avantages des télescopes de Cassegrain et de Gregory; il permet de les conduire aussi facilement qu'un équatorial ordinaire, pour la photographie spectrale. Le même avantage peut d'ailleurs, avec des organes similaires, être étendu aussi à l'observation photographique et même oculaire des astres.

» Enfin la photographie du spectre des sources de comparaison, placées à la partie supérieure, se fait aussi de la partie inférieure.

» Un Mémoire plus étendu fera d'ailleurs connaître les détails des différents organes, les procédés de réglage et les diverses phases de la manœuvre.

» *Résultats.* — Les longues poses photographiques sont assurées par l'ensemble de ces dispositions; prolongées pendant deux heures, elles permettent d'obtenir les spectres des étoiles jusqu'à la 4e grandeur, malgré la gêne imposée par les flexions constamment variables du télescope. Le spectre photographique a une longueur utilisable de 12^{cm}; la dispersion est telle que, dans le bleu, un déplacement de $\frac{1}{200}$ de millimètre correspond à une vitesse de $3^{km},6$ à la seconde, et dans le violet extrême à 2^{km}.

» Dans les dix premiers mois de cette année, on a obtenu ainsi plus de soixante-dix épreuves d'astres susceptibles de fournir la vitesse radiale. Ces épreuves ont, par rapport aux épreuves similaires faites en Allemagne, les avantages suivants :

» 1° Les faisceaux lumineux de l'étoile et de la source ont la même ouverture et sont aussi identiques que possible, condition nécessaire à la mesure absolue des déplacements, et non réalisée à Potsdam.

» 2° Le déplacement des spectres est mesuré non avec la seule raie $H\gamma$ de l'hydrogène, comme à Potsdam, mais avec toutes les raies de l'hydro-

gène, du calcium et du fer ([1]), qui sont la plupart fines et nettes dans l'étoile et dans la source, et qui offrent la même valeur pour la comparaison, puisque le télescope les réunit toutes au même foyer. La précision de la mesure est ainsi augmentée dans de larges proportions.

» 3° La grande surface du miroir, si elle rend la manœuvre plus difficile, permet de mesurer les vitesses de 250 étoiles au moins de notre ciel, alors que l'appareil de Potsdam n'en donne que 60. Les étoiles qui entourent la constellation d'Hercule et la région opposée du ciel sont relativement nombreuses; elles donneront, avec le télescope, la vitesse de translation du système solaire dans l'espace, vitesse non encore déterminée.

» Je présente à l'Académie des agrandissements de quelques épreuves; une épreuve de Vénus du 12 avril, vitesse mesurée 15^{km}, calculée $13^{km},55$; une épreuve de α Cocher, 5 février, avec 30 raies de comparaison, vitesse $+43^{km},5$; une épreuve de β Cocher, 5 février, étoile double spectroscopique; les composantes ayant les vitesses $-84^{km},5$ et $+97^{km}$ ([2]). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le troisième semestre de* 1892; par M. P. TACCHINI.

« La saison a été très favorable, comme l'indique le nombre des jours d'observations, surtout pour les taches et les facules. Voici les résultats :

1892.	Nombre des jours d'observations.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative de jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes par jour.
Juillet........	31	24,32	0,00	153,19	80,30	4,77
Août..........	30	21,20	0,00	123,83	57,17	6,50
Septembre.....	27	19,22	0,00	72,82	86,40	5,37

» Le phénomène des taches solaires a donc continué à peu près avec la même intensité que dans le trimestre précédent, quoique une faible diminution progressive se manifeste dans le nombre des taches; le nombre

---

([1]) J'ai été le premier à recommander et à employer le spectre du fer. L'étincelle du fer, dans ces expériences, donne aussi les raies du nickel et du manganèse.

([2]) Ces épreuves ont été obtenues avec le concours de mon assistant M. Millochau.

moyen des groupes est aussi un peu moindre. On remarquera l'extension considérable des taches pendant le mois de juillet, tandis que le nombre des groupes présente un minimum secondaire : cela est dû principalement au grand groupe, qui se trouvait au centre du disque le 10 juillet et qui occupait $\frac{1}{3}$ du rayon du disque même, et à l'autre groupe qu'on observait au centre le 31 juillet, et qui embrassait $\frac{2}{3}$ du rayon du disque solaire; les deux groupes étaient visibles à l'œil nu.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1892.	Nombre des jours d'observations.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Juillet	30	10,27	39",2	1°,8
Août	29	9,76	41,6	2,0
Septembre	26	11,08	41,8	2,0

» Dans le phénomène des protubérances, nous trouvons, au contraire, une augmentation marquée, comparativement au trimestre précédent, pour le nombre comme pour la hauteur; on a observé quelquefois des protubérances à une grande distance du bord solaire, comme le nuage hydrogénique que j'ai vu le 1er août et qui s'élevait jusqu'à 364". »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'inversion des intégrales abéliennes.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Soit

$$f(x, y) = 0 \tag{1}$$

une équation algébrique entière de genre p. Suivant les notations habituelles, désignons par

$$u^{(1)}(x, y), \quad u^{(2)}(x, y), \quad \ldots, \quad u^{(p)}(x, y),$$

les p intégrales normales de première espèce. Soient, en outre,

$$w^{(1)}(x, y), \quad w^{(2)}(x, y), \quad \ldots, \quad w^{(q)}(x, y),$$

q intégrales abéliennes *quelconques* relatives à la courbe considérée (1). Nous supposerons que les $p + q$ intégrales $u^{(i)}$, $w^{(j)}$ sont distinctes, c'est-

à-dire qu'il n'existe aucune relation linéaire telle que

$$\lambda_1 u^{(1)}(x,y)+\ldots+\lambda_p u^{(p)}(x,y)+\mu_1 w^{(1)}(x,y)+\ldots+\mu_q w^{(q)}(x,y)+\mu_{q+1}=0,$$

où les coefficients λ et μ sont des constantes, dont une au moins n'est pas nulle. Cela posé, considérons le système d'équations

$$(2)\quad \begin{cases} u^{(i)}(x_1,y_1)+\ldots+u^{(i)}(x_n,y_n)=u_i & (i=1,2,\ldots,p) \\ w^{(j)}(x_1,y_1)+\ldots+w^{(j)}(x_n,y_n)=w_j & (j=1,2,\ldots,q) \end{cases} \quad n=p+q,$$

qui définissent les n points analytiques (x_1,y_1), ..., (x_n,y_n) en fonction des n variables indépendantes u_i, w_j. *Le problème de l'inversion, ainsi généralisé, se ramène au problème de l'inversion ordinaire des intégrales de première espèce, et à la résolution d'un certain nombre d'équations, en général transcendantes, d'une forme simple.*

» Choisissons sur la surface de Riemann T, qui correspond à l'équation (1), $n+p$ points particuliers, (s_1,t_1), ..., (s_{n+p}, t_{n+p}); la fonction rationnelle la plus générale du point analytique (x,y), qui est partout régulière sur la surface T, sauf en ces $n+p$ points qu'elle admet comme pôles du premier ordre, dépend de $n+1$ coefficients arbitraires, si les points (s,t) n'ont pas été pris d'une façon particulière, ce que nous supposons. Cette fonction sera donc de la forme

$$F(x,y)=\frac{\Phi(x,y)}{\Phi_1(x,y)},$$

$\Phi_1(x,y)$ étant un polynôme parfaitement déterminé, et $\Phi(x,y)$ un polynôme qui contient d'une façon linéaire et homogène $(n+1)$ coefficients indéterminés A_0, A_1, .., A_n. Sur la surface T, il y aura $n+p$ zéros de $F(x,y)$, les points de rencontre des deux courbes $f=0$, $\Phi=0$ qui n'appartiennent pas à la courbe $\Phi_1=0$. Désignons par

$$(x_1,y_1),\quad \ldots,\quad (x_n,y_n),\quad (x'_1,y'_1),\quad \ldots,\quad (x'_p,y'_p)$$

ces $n+p$ zéros; nous allons chercher à déterminer les coefficients A_0, ..., A_n de façon que n de ces zéros vérifient les équations (2). Le théorème d'Abel, appliqué aux intégrales de première espèce, nous donne d'abord

$$\sum_1^n u^{(i)}(x_k,y_k)+\sum_1^p u^{(i)}(x'_h,y'_h)\equiv\sum_1^{n+p} u^{(i)}(s_l,t_l)\equiv M_i \qquad (i=1,2,\ldots,p),$$

le signe $\equiv$ indiquant une égalité à des multiples près des périodes et M_i

étant une constante. Les p premières équations (2) deviennent alors

$$(3)\qquad \sum_1^p u^{(i)}(x'_h, y'_h) \equiv \mathrm{M}_i - u_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, p).$$

La détermination des p points (x'_h, y'_h) en fonction de $u_1, \ldots, u_p$ constitue précisément le problème d'inversion de Jacobi. On sait que toute fonction rationnelle symétrique des p points (x'_h, y'_h) s'exprime au moyen de $u_1, \ldots, u_p$ par des quotients de fonctions Θ à p arguments. En écrivant que la fonction $\mathrm{F}(x, y)$ admet ces p zéros, on a p équations

$$\Phi(x'_h, y'_h) = 0 \qquad (h = 1, 2, \ldots, p),$$

que l'on peut remplacer par p équations symétriques

$$(4)\quad x_1'^{i-1}\Phi(x'_1, y'_1) + \ldots + x_p'^{i-1}\Phi(x'_p, y'_p) = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots, p).$$

Les équations (4) fournissent p relations linéaires et homogènes entre les constantes $\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{A}_n$, dont les coefficients sont des fonctions uniformes de $u_1, u_2, \ldots, u_p$, exprimables à l'aide des fonctions Θ. Si ces équations (4) sont vérifiées, la fonction $\mathrm{F}(x, y)$ admet les p zéros (x'_h, y'_h), déterminés par les équations (3) et en outre n zéros

$$(x_1, y_1), \ldots, (x_n, y_n)$$

qui vérifient les p premières des équations (2). Il reste à écrire que ces n zéros satisfont aux q dernières équations (2).

» Pour cela, appliquons le théorème d'Abel aux intégrales $w^{(j)}$. On a, d'une manière générale, d'après ce théorème,

$$(5)\quad \sum_1^n w^{(j)}(x_k, y_k) + \sum_1^p w^{(j)}(x'_h, y'_h) = \sum_1^{n+p} w^{(j)}(s_l, t_l) + \mathrm{P}_j(\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{A}_n),$$

$\mathrm{P}_j(\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{A}_n)$ étant une fonction homogène des coefficients $\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{A}_n$, *qui est égale à une fonction rationnelle de ces coefficients, augmentée d'un certain nombre de logarithmes de fonctions rationnelles de ces mêmes coefficients*. Or, dans les équations (5), on a

$$\sum_1^n w_j(x_k, y_k) = w_j.$$

$\sum_1^{n+p} w^{(j)}(s_l, t_l)$ est une constante, $\sum_1^p w^{(j)}(x'_h, y'_h)$ s'exprime, comme il est

connu, en fonction de $u_1, \ldots, u_p$ au moyen de quotients de fonctions Θ et de dérivées de fonctions Θ. On ajoute ainsi aux équations (4) q équations nouvelles où les inconnues $A_0, A_1, \ldots, A_n$ n'entrent sous aucun signe transcendant que des logarithmes et où tous les coefficients sont des fonctions connues de $u_1, \ldots, u_p, w_1, \ldots, w_q$.

» Les n équations qui déterminent $A_0, A_1, \ldots, A_n$ sont en général transcendantes et, par suite, en général, l'inversion ne peut se faire d'une manière uniforme. Si l'on cherche les conditions pour qu'il en soit ainsi, on retrouve aisément le cas traité par M. Appell (*Journal de Mathématiques*, 1885, p. 245-279). Un autre cas intéressant est celui où les intégrales $w^{(j)}$ n'admettent pas de points singuliers logarithmes; les équations qui déterminent $A_0, A_1, \ldots, A_n$ ne renferment plus de logarithmes, et sont algébriques par rapport à ces coefficients. Dans ce cas, à chaque système de valeurs de $u_1, \ldots, u_p, w_1, \ldots, w_p$ ne correspond qu'un nombre *fini* de groupes de points $(x_1, y_1), \ldots, (x_n, y_n)$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation d'une certaine classe de séries.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Poincaré.

« Soit S une série

$$U_0 + U_1 + U_2 + \ldots + U_n + \ldots,$$

définie par la valeur du premier terme U_0 et l'échelle de récurrence *variable*

$$U_n = f(0)U_{n-1} + f(1)U_{n-2} + \ldots + f(n-2)U_1 + f(n-1)U_0,$$

où $f(x)$ représente un polynôme du degré p en x.

» Si l'on pose

$$\begin{aligned} A_i = {} & f(i-1) - C_{p+1}^1 f(i-2) + \ldots \\ & + (-1)^{i-2} C_{p+1}^{i-2} f(1) + (-1)^{i-1} C_{p+1}^{i-1} f(0) + (-1)^i (-C_{p+1}^i), \end{aligned}$$

et que l'on forme le polynôme

$$F(x) = x^{p+1} + A_1 x^p + \ldots + A_p x + A_{p+1},$$

les résultats relatifs aux conditions de convergence et à la sommation de la série S peuvent s'énoncer comme suit :

» 1° *La condition nécessaire et suffisante pour que la série* S *soit convergente*

est que toutes les racines de l'équation $F(x) = 0$ *aient un module inférieur à* 1.

» 2° *Lorsque cette condition est remplie, la somme de la série* S *est nécessairement égale à zéro.* »

» La démonstration de ce double théorème fait l'objet d'un petit Mémoire qui paraîtra prochainement : je ne m'y arrêterai donc pas ici. Toutefois je crois devoir signaler une proposition très générale dont un cas particulier est utilisé dans cette démonstration, cette proposition étant susceptible d'applications à d'autres genres de questions.

» Soit

$$\Phi(x) = x^p - a_0 x^{p-1} - a_1 x^{p-2} - \ldots - a_{p-1}$$

le premier membre de l'équation génératrice d'une *suite fondamentale* (¹) définie par l'échelle de récurrence

$$u_n = a_0 u_{n-1} + a_1 u_{n-2} + \ldots + a_{p-1} u_{n-p}$$

et les termes initiaux $u_0 = 0,\ u_1 = 0,\ \ldots,\ u_{p-2} = 0,\ u_{p-1} = 1$.

» Représentons d'une manière générale par u_n^i les termes de la *suite fondamentale* définie par l'échelle

$$u_n^i = a_0^i u_{n-1}^i + a_1^i u_{n-2}^i + \ldots + a_{p_i-1}^i u_{n-p_i}^i,$$

dont l'équation génératrice a pour premier membre

$$\varphi_i(x) = x^{p_i} - a_0^i x^{p_i-1} - a_1^i x^{p_i-2} - \ldots - a_{p_i-1}^i.$$

» Si l'on a

$$\Phi(x) = \varphi_1(x)\varphi_2(x)\ldots\varphi_m(x),$$

ce qui suppose

$$p_1 + p_2 + \ldots + p_m = p,$$

un terme quelconque de la série (u) se déduit des termes des séries (u^1),

---

(¹) J'ai fait voir [*Nouvelles Annales de Mathématiques*, p. 80 (1884) et p. 94 (1890)] que l'étude d'une suite récurrente quelconque se ramenait à celle de la suite fondamentale de même échelle. La notion de suite fondamentale proposée pour la première fois dans la première de ces deux Notes a été introduite dans sa *Théorie des nombres* par Ed. Lucas qui reproduit (p. 303) la formule que j'ai donnée pour le passage d'une suite fondamentale à une suite quelconque. Il faut, pour éviter toute confusion, remarquer qu'à l'endroit cité Lucas a interverti le rôle joué dans mes diverses Notes par les lettres u et U.

(u^2), ..., (u^m) par la formule [1]

$$u_{n+p-1} = \sum u^1_{n_1+p_1-1} u^2_{n_2+p_2-1} \dots u^m_{n_m+p_m-1},$$

le signe $\sum$ s'étendant à toutes les combinaisons possibles des indices n_1, n_2, ..., n_m telles que

$$n_1 + n_2 + \dots + n_m = n.$$

» En particulier, si $m = 2$,

$$u_{n+p-1} = u^1_{p_1-1} u^2_{n+p_2-1} + u^1_{p_1} u^2_{n+p_2-2} + \dots + u^1_{n+p_1-2} u^2_{p_2} + u^1_{n+p_1-1} u^2_{p_2-1}. »$$

MÉCANIQUE. — *Sur les équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Poincaré.

« Je suis obligé, bien malgré moi, de répondre quelques mots aux observations nouvelles de M. Painlevé.

» Dans mes Notes précédentes sur ce sujet, l'étendue des questions traitées et la nature des résultats obtenus ont été, je crois, suffisamment mises en lumière pour qu'il soit inutile d'insister encore sur ces points.

» Je passe aussi sur la *contradiction* qui existerait, suivant M. Painlevé, entre deux propositions, d'ailleurs incontestées l'une et l'autre, *par cette raison bien simple que les questions traitées sont essentiellement distinctes.*

» Mais, à côté d'autres résultats contenus dans ma Note du 12 septembre dernier, se trouvait indiqué un théorème que M. Painlevé déclare inexact, et auquel il a cru pouvoir opposer un exemple (*Comptes rendus*, 10 octobre 1892). J'ai fait observer que cet exemple, comme tous ceux où le nombre des variables ne surpasse pas 2, ne peut être opposé au théorème dont il s'agit, puisqu'il y satisfait évidemment.

» En revenant sur ce sujet, le 7 novembre, M. Painlevé affirme qu'il est facile de former une foule de systèmes à plus de deux variables, *qui démentent*, dit-il, *l'affirmation de M. Liouville.*

» Dans cette foule, M. Painlevé a choisi le suivant

(1) $$T = x'^2 + y'^2 + z'^2, \qquad U = yz + h;$$

---

[1] Cette formule résulte du rapprochement de deux formules que j'ai fait connaître précédemment dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 3e série, t. III, p. 77 [formule (22)] et t. V, p. 258 [formule (4)].

T désigne, comme à l'ordinaire, la force vive, U la fonction des forces; à ce système correspondrait, suivant M. Painlevé, celui-ci

$$(2)\quad \begin{cases} T' = \frac{1}{x^4}\left[x'^2\left(1+y^2+\frac{4z^2}{x^2}\right)+y'^2x^2+z'^2-2xyx'y'-\frac{4x'z'z}{x}\right], \\ U' = \frac{yz}{x^3}+h' \quad (^1). \end{cases}$$

» Les trajectoires, dit M. Painlevé, *sont des paraboles, d'axe parallèle à* OZ. Je me permets d'appeler l'attention de M. Painlevé sur ce calcul qu'il a évidemment négligé. Les trajectoires, définies par les équations (1), *ne sont nullement des paraboles*, mais bien des courbes transcendantes, qu'il est aisé d'obtenir.

» La substitution

$$\left(t,\, x,\, y,\, z\,\middle|\, t,\, \frac{1}{x},\, \frac{y}{x},\, \frac{z}{x^2}\right),$$

par laquelle on passe facilement du système (1) au système (2), ne transforme pas en lui-même l'ensemble de ces courbes.

» *Les systèmes* (1) *et* (2) *ne sont donc pas correspondants* et l'exemple n'est pas valable.

» Il y a cependant un point sur lequel la discussion des équations (2) de ma Note précédente n'était pas complète. Il peut arriver qu'elles soient toutes des identités, sauf l'une d'elles; cela oblige à un nouveau détour pour en déduire la proposition que j'ai signalée. Quant à la partie du théorème qui a été indiquée par M. Painlevé et que, selon lui, « je ne serais pas encore arrivé à établir », elle est, au contraire, d'évidence immédiate; elle est alors donnée par celle des équations (2) qui n'est pas une identité. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur la déformation des ponts métalliques*. Note de M. RABUT, présentée par M. Sarrau.

« Ces recherches, visant les lois de la déformation des ponts rivés, ont porté jusqu'à présent sur huit ponts de la ligne de Vire à Saint-Lô, de 4^m

---

(1) Par suite d'une faute d'impression, le texte porte $\frac{y'z}{x^2}+h'$, ce qui n'est pas admissible; mais, en raison de l'analogie avec le premier exemple de M. Painlevé, je ne pense pas trahir sa pensée en rectifiant, comme je l'ai fait plus haut. Ceci importe peu d'ailleurs pour la discussion que j'ai en vue.

à 62^m d'ouverture, notamment les viaducs sur la Vire et la Souleuvre. Nous signalerons, en ce qu'ils ont de nouveau, les procédés employés (applicables à des constructions de toute nature) et les résultats obtenus.

» 1. MESURE DES FLÈCHES STATIQUES. — Une lunette de niveau horizontale est suspendue par l'un de ses bouts au tablier; par l'autre, à un support fixe; la flèche amplifiée se lit sur une mire fixe placée à distance connue.

» 2. MESURE DES DÉFORMATIONS ANGULAIRES. — L'angle de déviation d'une pièce déformée, en un de ses points, et le plan de cet angle se déterminent avec une lunette fixée en ce point et visant une mire fixe placée à distance connue.

» 3. MESURE DU TRAVAIL STATIQUE. — Notre appareil, construit par M. E. Bourdon, est un appareil Manet auquel nous avons apporté les modifications suivantes :

» I. *Griffes d'attache*. — 1° Fixation, non sur l'axe, mais sur le bord de la pièce à étudier; 2° mise en contact direct du corps de la griffe avec deux faces de la section au moyen de butées planes; 3° emploi d'une vis de serrage unique; 4° adjonction d'une vis de rappel, d'axe perpendiculaire à celui de la vis de serrage; 5° réduction du poids des griffes à 500^{gr}.

» II. *Tige*. — 1° Rapprochement de la tige à 3^{mm} de la pièce à étudier; 2° substitution de l'acier creux au fer plein; 3° nickelage de la tige; 4° interposition d'un manchon de caoutchouc entre la tige et la douille du cadran.

» III. *Mécanisme*. — 1° Addition d'un levier portant l'amplification 1×300 et division du kilogramme en dixièmes; 2° suppression des curseurs; 3° réduction de la force du ressort au minimum nécessaire pour armer le mécanisme.

» 4. ENREGISTREMENT DE LA FLÈCHE ET DES VIBRATIONS SOUS CHARGE ROULANTE. — L'enregistreur construit sur nos indications par la maison Richard frères présente les dispositions ci-après : 1° réduction des articulations au nombre de deux; 2° substitution aux charnières d'axes à pointes d'acier prises dans des coussinets-tourillons en forme de cônes creux; 3° substitution d'un style rigide au style flexible et solidarisation de la plume et du style.

» La position du train est repérée électriquement. L'amplification de la flèche peut varier de $2\frac{1}{2}$ à 20. Avec une vitesse de papier de $0^m,01$ par seconde et une transmission rigide on enregistre les vibrations de la pièce étudiée.

» 5. Résultats. — *Vibrations des maîtresses poutres.* — Au passage d'un train de faible vitesse, de même qu'après la sortie d'un train de vitesse quelconque, les vibrations ont une durée unique indépendante du train et de sa vitesse, et propre au tablier; dans le second cas, elles sont fort régulières, se prolongent plusieurs secondes et s'éteignent en passant par une série de nœuds et de ventres. Pendant le passage d'un train de grande vitesse, il se produit un nombre total de vibrations indépendant de la vitesse, mais fonction de l'espacement relatif des essieux et des entretoises. La vitesse du train agit peu sur la flèche moyenne, mais amplifie beaucoup les vibrations qui, pour de grandes portées, ne sont qu'une faible partie de la flèche.

» *Flèche et travail statiques.* — Ils s'écartent sensiblement des formules usuelles, établies en assimilant les assemblages rivés à des articulations.

» *Maîtresses poutres.* — Les croisillons travaillent plus que ne l'indique le calcul, aux extrémités et surtout au milieu de la portée. Les montants verticaux travaillent moyennement autant que les croisillons. Ces deux lois résultent de l'invariabilité des angles d'assemblage qui crée des *réactions-couples* dans les joints et, par suite, des flexions individuelles dans les pièces du treillis. Les efforts qui en résultent seraient à tort qualifiés de *secondaires;* ils peuvent surpasser les efforts dits *anormaux,* dus au non-concours des fibres neutres, et même l'effort calculé. En outre, le sens du travail des croisillons n'est pas toujours celui qu'indique la théorie. Il faut donc proscrire l'emploi de croisillons plats ou à faible moment d'inertie pour les barres théoriquement tendues. La flexion individuelle jouant un grand rôle dans le travail des croisillons et étant le plus forte au milieu des portées, on sera conduit à faire moins varier l'échantillon des barres, du milieu aux extrémités. Il en sera de même du nombre des semelles dans les membrures.

» *Entretoises et longerons.* — (Lois à limiter, au moins provisoirement, au cas d'entretoises fortes et espacées). La *réaction-couple* des poutres sur une entretoise tend à *augmenter* sa flèche propre et à réduire son travail statique; la *réaction-couple* des longerons réduit la flèche et le travail statiques de l'entretoise, qui sont inférieurs à ce qu'indique le calcul pour une pièce non encastrée. Les *réactions-couples* des entretoises et des longerons voisins sur un longeron *augmentent* sa flèche propre et réduisent son travail statique; la flèche réelle peut atteindre le double de la flèche calculée sans encastrement.

» *Flèches statiques et dynamiques.* — Pour les vitesses usuelles, la flèche

dynamique croît avec la vitesse du train, avec le degré de liberté de la pièce étudiée et en sens contraire de sa masse; son excès sur la flèche statique est très faible pour les poutres principales des grands tabliers, surtout dans les travées intermédiaires; sensible pour les poutres des petits tabliers et pour les entretoises; considérable pour les longerons, surtout au voisinage des culées. Comme, toutes choses égales d'ailleurs, le travail réel du métal doit croître au moins dans le même rapport que la flèche dynamique, il convient [1] de donner plus de force relative que ne l'indique le calcul usuel aux pièces de moindre masse et de plus grande liberté, notamment aux longerons, et surtout près des culées.

» *Assemblages.* — *Les réactions-couples* augmentent le travail des rivets d'assemblage dans une proportion plus forte que celui des pièces assemblées. La force relative à donner aux assemblages est donc plus grande que ne l'indiquerait le calcul usuel.

» *Tabliers biais.* — Dans un tablier biais, la ligne élastique des maîtresses-poutres n'est pas convexe, mais présente deux inflexions accusant un encastrement partiel sur les culées. Le travail des croisillons au voisinage des culées est en partie changé de sens et énormément augmenté en valeur absolue. La torsion des membrures aussi est exagérée. On devra donc donner plus de force aux ponts métalliques biais; par suite, les préférer moins souvent aux ponts biais en maçonnerie. »

PHYSIQUE. — *Conditions d'équilibre et de formation des microglobules liquides* [2]. Note de M. C. MALTÉZOS, présentée par M. A. Cornu.

« On admet en Physique le théorème suivant : *Pour que l'équilibre de la goutte d'un liquide posée sur la surface libre d'un autre liquide plus dense en présence d'un gaz soit possible, il faut que les trois tensions superficielles puissent se faire équilibre le long de la courbe commune* [3].

» Cela signifie que, pour l'équilibre, chacune des trois tensions est

---

(1) Même en ayant égard, pour les entretoises et longerons, à l'infériorité du travail statique réel par rapport au travail théorique, signalée ci-dessus.

(2) Voir *Comptes rendus*, p. 717.

(3) Il ne faut pas perdre de vue que les trois tensions superficielles sont trois forces normales à la courbe de raccordement et tangentes aux trois surfaces se rencontrant suivant la susdite courbe; en réalité, elles sont les coefficients des variations de ces trois surfaces, qui entrent dans l'équation des vitesses virtuelles.

égale à la résultante de deux autres; elle a la même direction et le sens contraire. Si donc l'indice 3 indique toujours le liquide du vase, 2 celui de la goutte et 1 le gaz ambiant (air atmosphérique), et si A est le symbole de la tension superficielle, pour que l'équilibre de la goutte soit possible, il faut que l'on ait

$$(a) \qquad A_{12} + A_{23} > A_{13}$$

et

$$(b) \qquad A_{12} - A_{23} < A_{13}.$$

» Le théorème ci-dessus a été démontré analytiquement par M. E. Mathieu (*Physique mathématique*, t. II); il serait évident si les trois tensions seules étaient en jeu. Mais il n'en est pas ainsi en général, car il peut y exister d'autres forces : en effet, mettons une goutte sur la surface d'un liquide plus dense et supposons que la résultante des trois tensions se dirige vers le bas et l'intérieur de la goutte; alors cette résultante pousserait la goutte vers l'intérieur du liquide du vase jusqu'au point où elle est contre-balancée par l'excès de la poussée du liquide déplacé. Cela a lieu pour une goutte aqueuse posée sur du sulfure de carbone ou du chloroforme. On verrait en outre que l'hypothèse dans laquelle l'une des trois tensions est toujours sur le prolongement de deux autres est contraire à l'existence des microglobules.

» Donc, en définitive, dans le cas général, nous avons à considérer non seulement les trois tensions, mais encore l'excès du poids de la goutte sur la poussée du liquide du vase ou inversement. Il faut donc, au lieu du théorème énoncé plus haut, admettre le suivant :

» *Pour que l'équilibre de la goutte d'un liquide posée sur la surface libre d'un autre liquide plus ou moins dense que lui, en présence d'un gaz, soit possible, il faut que les trois tensions superficielles et les composantes de l'excès du poids de la goutte sur le liquide déplacé, ou inversement de l'excès de la poussée sur le poids de la goutte, puissent se faire équilibre tout le long de la courbe commune.*

» Écrivons maintenant les conditions de l'équilibre. La goutte est de révolution autour d'un axe vertical, par conséquent les tensions superficielles sont dans les plans méridiens de la goutte. Nous allons écrire séparément :

» 1° Que la somme des projections des trois tensions superficielles sur l'horizontale est nulle;

» 2° Que la somme des projections verticales des mêmes tensions augmentées de l'excès du poids est nulle également.

» Appelons α l'angle aigu que fait la tension A_{13} avec l'horizontale, i l'angle $(\widehat{A_{12}, A_{13}})$ et $\pi - j$ l'angle $(\widehat{A_{13}, A_{23}})$; l'équilibre des projections horizontales s'écrira

$$(1) \qquad A_{13}\cos\alpha + A_{12}\cos(\alpha + i) - A_{23}\cos(\alpha + j) = 0.$$

» Pour obtenir l'équation d'équilibre des projections verticales, appelons V' le volume de la goutte, ρ' sa densité, ρ celle du liquide du vase, ρ_1 la densité de l'air ambiant, ι le rayon du cercle de raccordement, V le volume de la partie de la goutte plongée dans le liquide du vase. Il faut exprimer que le poids de la goutte est égal au poids du liquide déplacé, corrigés de la poussée atmosphérique, plus la somme algébrique des tensions exercées tout le long de la circonférence du cercle de raccordement et estimée sur la verticale; on aura donc l'équation d'équilibre

$$(2) \qquad -g(\rho' - \rho_1)V' + g(\rho - \rho_1)V + 2\pi\iota S = 0,$$

où

$$S = A_{13}\sin\alpha + A_{12}\sin(\alpha + i) - A_{23}\sin(a + j).$$

» *Cas particuliers :* 1° Si l'on fait $S = 0$ et $\rho \gtrless \rho'$, l'équation (2) devient

$$-g(\rho' - \rho_1)V' + g(\rho - \rho_1)V = 0,$$

qui est l'équation hydrostatique des corps flottants. Dans ce cas, si $\rho' > \rho$, la goutte tombe au fond du vase et si $\rho' < \rho$, et que l'on ait en même temps l'équation (1) satisfaite, la goutte reste en équilibre. On voit donc que, dans le cas des trois tensions superficielles seules en équilibre, on a le système des équations (1) et $S = 0$, et les inégalités (a) et (b) sont nécessairement satisfaites;

» 2° $\rho' < \rho$ et $S > 0$, et que l'on ait en même temps l'inégalité

$$(c) \qquad A_{13}\cos\alpha > A_{23}\cos(\alpha + j) - A_{12}\cos(\alpha + i),$$

la goutte s'étalera (pétrole — eau);

» 3° $\rho' < \rho$ et $S < 0$. On a alors les gouttes en équilibre [1].

---

[1] Ces résultats sont en contradiction avec une conclusion que M. le professeur Quincke donne à la fin d'un de ses remarquables Mémoires (*Poggendorff's Annalen*, 139 Band), en ces termes : « Quand une goutte lenticulaire d'un liquide 2 est

» 4° $\rho' > \rho$ et $S > 0$. Si les conditions initiales de la goutte imposent l'inégalité

$$(d) \qquad A_{13}\cos\alpha < A_{23}\cos(\alpha+j) - A_{12}\cos(\alpha+i),$$

on obtient des microglobules; mais alors les angles α, i ou j varient pour la transformer en égalité, qui devient alors l'équation (1). C'est ce que l'on voit dans le cas d'une goutte aqueuse posée sur l'huile d'olive : la partie inférieure du microglobule se gonfle un peu au moment de la pose sur la surface de l'huile. Si, au lieu de l'inégalité (d), les conditions initiales donnent l'inégalité (C), le liquide s'étale en large goutte (sulfure de carbone-eau).

» *Conclusions.* — Nous croyons pouvoir résumer quelques-uns des résultats expérimentaux de notre travail par ces énoncés : 1° *Quand un liquide s'étale sur la surface libre d'un autre plus dense, on a des microglobules dans la position inverse de deux liquides.* 2° *Quand un liquide reste en goutte sur un autre liquide plus dense, on obtient, dans la position inverse, l'étalement.*

» Ces conclusions, rigoureuses dans le cas où les forces en présence se réduisent aux tensions superficielles et à la pesanteur, pourraient être en défaut si des phénomènes secondaires, qu'il est difficile d'écarter complètement (vaporisation, refroidissement corrélatif, dissolution, impuretés de la surface), intervenaient d'une manière très active [1]. »

---

placée sur la surface libre d'un liquide 3 (ajoutez *plus dense*) sans s'étendre, alors certainement dans plusieurs cas, et probablement dans tous les cas, la surface libre du quide 3 est salie par une couche mince d'un fluide étranger 4 ». Mais si l'on regarde dans son Tableau (Everett, *Unit. et const. phys.*), on voit que, dans le cas d'une goutte aqueuse sur du sulfure de carbone, on a $A_{12} = 81^{\text{dynes}}$, $A_{23} = 41^{\text{dynes}},75$, $A_{13} = 32^{\text{dynes}},1$ et l'inégalité (a) est satisfaite; il faut donc que l'eau reste sur du sulfure de carbone en goutte lenticulaire, ce qui a lieu en effet. Les faces inférieures de ces gouttes sont plus courbes que les supérieures. Même remarque pour les inverses de neuf combinaisons mentionnées au n° 3 dans ma précédente Communication. De telles gouttes présentent une autre particularité remarquable. On les voit se rapprocher des parois du vase si la surface libre est concave et tendre à s'éloigner des parois quand la surface libre est convexe; c'est-à-dire, elles se comportent comme des corps solides mouillés par le liquide du vase.

[1] Le travail a été exécuté au laboratoire de M. Cornu, à l'École Polytechnique.

ÉLECTRICITÉ. — *Démonstration, au moyen du téléphone, de l'existence d'une interférence d'ondes électriques en circuit fermé.* Note de M. R. Colson, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la méthode téléphonique que j'ai exposée à l'Académie (Note du 15 février 1892) pour l'étude de la propagation des ondes électriques dans les fils, le conducteur à étudier ne communiquait que par une de ses extrémités avec l'induit d'une bobine Ruhmkorff; autrement dit, j'opérais en circuit ouvert. Il est intéressant de chercher ce que révèle le téléphone, fonctionnant par variation de charge, lorsqu'on passe au circuit fermé. C'est le résultat de cette étude que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

» *Expériences.* — Une pile thermo-électrique alimente une bobine Ruhmkorff, vibrant à raison de 130 vibrations par seconde. A l'une des bornes de l'induit est fixé un fil de cuivre terminé par un crochet auquel on attache un conducteur médiocre, tel que ficelle ou fil imprégné d'une solution, assez stable de chlorure de calcium. Ce fil est d'abord isolé à son autre extrémité.

» J'emploie le premier des deux procédés indiqués dans la Note précitée; c'est-à-dire que je mets en contact avec le fil une des bornes du téléphone, l'autre borne restant isolée.

» En promenant le contact le long du fil à partir du cuivre, on constate que le son s'éteint entièrement dans le téléphone lorsque le contact a parcouru une certaine longueur que j'appellerai, pour abréger, *longueur d'extinction*. Toutes choses égales d'ailleurs, celle-ci augmente lorsqu'on fait communiquer respectivement la deuxième borne de l'induit et la deuxième borne du téléphone avec des capacités croissantes. On peut donc régler ces deux capacités de façon à donner à la longueur d'extinction, entre certaines limites, pour chaque conducteur, une valeur appropriée à telle ou telle recherche. Par exemple, en laissant isolées les deux bornes en question, et en opérant sur un fil de lin de $0^{mm},3$ de diamètre, imprégné de la solution de chlorure de calcium, la longueur d'extinction est de $1^{m},20$.

» Relions maintenant, toujours par l'intermédiaire de deux fils de cuivre, les deux bornes de l'induit, respectivement aux deux extrémités du fil de lin, lequel est long de 3^{m}. On constate qu'une longueur d'extinction subsiste à partir de chacun des deux bouts du fil; on se trouve ainsi dans les conditions d'un circuit ouvert, quoique le fil soit continu.

» Réduisons progressivement la longueur du fil jusqu'à ce que les deux longueurs d'extinction empiètent l'une sur l'autre; il se forme, à leur rencontre, une zone neutre le long de laquelle le téléphone ne rend aucun son. Si l'on continue à diminuer la longueur du fil, la zone neutre devient plus étroite, et se déplace vers l'extrémité fixe du fil au fur et à mesure qu'on raccourcit celui-ci par son autre extrémité; enfin, lorsque les deux fils de cuivre se touchent, la zone neutre se répand dans tout le circuit; le long du circuit en cuivre, même aux bornes de l'induit, le téléphone reste muet.

» On peut donner une autre forme au dispositif en tendant deux fils identiques, reliés chacun par une extrémité à une borne de l'induit, et isolés à l'autre extrémité; une tige de cuivre sert de pont mobile entre les deux fils, comme dans les remarquables expériences de M. Blondlot sur la propagation des ondes de haute fréquence le long de fils de cuivre. En plaçant le point dans une position quelconque, on trouve une zone neutre sur un seul des deux fils; puis, si on laisse fixe le contact du pont avec l'un des fils, et qu'on déplace l'autre contact, on arrive à une position pour laquelle la zone neutre est sur le pont même.

» Si l'on remplace l'induit de la bobine Ruhmkorff par l'induit d'un diapason électrique, on retrouve tous ces résultats.

» *Discussion.* — Il faut remarquer tout d'abord que le téléphone fonctionne ici par variation de charge et que, par conséquent, l'intensité du son qu'il émet dépend des variations du potentiel au point de contact sur le conducteur. Le silence du téléphone dans la zone neutre indique donc qu'il existe là un minimum de variation du potentiel.

» De plus, comme la zone neutre n'apparaît que lorsqu'on ferme le circuit, ce minimum ne peut provenir que d'une interférence entre deux ondes lancées en sens inverses par la bobine, se croisant en cette région, et ayant même période, ce qui a lieu évidemment d'après le fonctionnement de la bobine.

» Or les ondes qui arrivent là d'une même borne de l'induit sont alternativement positives et négatives; les deux potentiels composants donneront donc une résultante minima s'ils sont égaux et de signes contraires. Cette considération est d'ailleurs vérifiée par ce fait que le téléphone est muet quand le contact a lieu sur le circuit fermé par un bon conducteur; dans ce cas limite, la longueur d'onde est extrêmement grande, de l'ordre des milliers de kilomètres, pour une fréquence aussi faible des alternances $\left(\Lambda = \frac{V}{N} = \frac{300000}{130}\,\text{km}\right)$, et ce sont les deux ondes lancées par la bobine en

sens inverses en même temps, c'est-à-dire deux ondes de potentiels égaux et de signes contraires, qui se rencontrent alors.

» Donc, en résumé, *la zone neutre doit se manifester à la rencontre de deux ondes de même période, lancées en sens inverses, et ayant là, à chaque instant, des potentiels égaux et de signes contraires.*

» Dans le cas du dispositif à pont, lorsque le pont est occupé par la zone neutre, les deux ondes qui se trouvent aux deux points de contact en même temps jouissent des propriétés ci-dessus.

» Sur un même fil, l'allongement de la zone neutre, au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de l'origine, provient de ce que, par suite de l'absorption, les boucles de la courbe qui représente à un moment donné la répartition du potentiel à partir de chaque extrémité du fil s'aplatissent en s'éloignant de l'origine; l'onde s'affaisse, et l'égalité des potentiels en valeur absolue a lieu sur une plus grande longueur.

» Si l'on prend des conducteurs de moins en moins absorbants, l'onde devient de plus en plus longue, et la zone neutre s'allonge.

» *Conclusion.* — Le téléphone met donc ainsi en évidence une interférence très nette, et montre l'influence de l'absorption et de la longueur d'onde sur ce phénomène. Cette méthode est simple, très sensible en raison de l'appareil employé, et présente une grande précision, puisque l'erreur possible est de l'ordre de la petite surface de contact d'un fil métallique avec le conducteur expérimenté. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique.* Note de M. **E. Cohn**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente de M. Bouty ([1]), je vois, avec plaisir, que M. Bouty ne présente plus sa méthode comme la première qui permette de constater la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité ([2]).

» Mais, tout en admettant, pour M. Arons et moi, la priorité du résultat, M. Bouty tient à soutenir l'originalité de sa méthode. Je n'y saurais consentir.

» D'abord, notre méthode n'exige point un nombre plus grand de mesures absolues que celle de M. Bouty. En effet, la mesure de la constante diélectrique se fait par simple comparaison de capacités; celle de la con-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 554.

([2]) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVII, p. 76.

ductibilité exige la mesure absolue d'un temps, à savoir du temps correspondant à l'unité de l'échelle du pendule interrupteur. Ce temps, nous l'avons évalué en chargeant une capacité connue à travers une résistance connue. M. Bouty ne dit pas comment il a évalué la grandeur correspondante.

» Du reste, il est fort naturel que, sous ce rapport, la méthode de M. Bouty ne diffère pas de la nôtre, eu égard à ce qu'elle n'est qu'un cas limite du dispositif représenté dans la *fig.* 2 de notre Mémoire (¹). En effet, la charge d'un condensateur par une force électromotrice constante se fait en fonction exponentielle du temps. M. Bouty, en intercalant la capacité très grande d'un microfarad, ne sait ce qui se passe, que pendant le temps où l'exponentielle se confond avec une fonction linéaire.

» C'est là une différence réelle. Il y en a une autre, sur laquelle M. Bouty insiste : les quantités à mesurer, à savoir, la résistance et la capacité du liquide, se combinent dans nos formules avec des résistances métalliques et des capacités de condensateurs à air. Cette combinaison ne se trouve pas chez M. Bouty.

» De ces deux modifications que M. Bouty a appliquées à notre méthode, il résulte une simplification remarquable des formules finales donnant les valeurs des constantes cherchées. Ce serait sans doute un avantage réel, si l'on admettait d'avance comme prouvée la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité, et si l'on n'exigeait de l'expérience que de donner les valeurs numériques des deux constantes. C'est au contraire un défaut, dans le cas où il s'agit précisément de la question préalable, à savoir si cette coexistence a lieu. Dans ces conditions, on ne doit guère se dispenser de montrer : 1° que la charge se fait, comme l'indique la théorie, dans le cas général, et non seulement dans un cas limite; 2° que les quantités mesurées à titre de capacités et de résistances ont en effet cette signification. C'est ce que nous avons prouvé en démontrant qu'elles s'ajoutent de la manière connue à d'autres capacités et à d'autres résistances : c'est ce que M. Bouty s'abstient de prouver.

» Il reste une dernière différence, celle du pendule interrupteur : le pendule de Helmholtz permettant d'évaluer le millionième de la seconde, celui de M. Bouty le dix-millième, il en résulte que ce dernier restreint les expériences à des liquides d'une conductibilité cent fois plus faible que le premier. C'est à cause de cela que je réussis à mesurer la constante diélec-

(¹) Voir *Wied. Ann.*, t. XXVIII, p. 462, équation II.

trique de l'eau *par la même méthode*, qui, dans ce cas, se refusait à M. Bouty (¹).

Observations sur la Communication précédente. Note de M. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« M. Cohn affirmait naguère que ma méthode était identique à la sienne : il ne réussit pourtant à la présenter aujourd'hui que comme un *cas limite*, sur lequel il n'a d'ailleurs fait aucune expérience et auquel ses appareils, tout différents des miens, ne paraissent nullement appropriés. Sans vouloir discuter ici cette façon, qui me semble nouvelle, d'entendre la propriété en Physique, je ferai seulement observer que la méthode revendiquée par M. Cohn découle bien plus simplement de celles que j'ai employées dans mes recherches sur les propriétés diélectriques du mica, précédemment exposées à l'Académie, et qui sont comme l'introduction de mon dernier Mémoire.

» M. Cohn m'accuse d'avoir admis plutôt que démontré la superposition de la conductibilité et du pouvoir diélectrique. On peut voir, au contraire, que tout le premier Chapitre de mon Mémoire complet (²) est consacré à établir expérimentalement, sur mes appareils mêmes, l'effet des deux propriétés séparées ou réunies (condensateur parfait, auge sans capacité, condensateur électrolytique). La simplicité plus grande de ma méthode m'a permis de mettre dans cette démonstration une clarté telle que la proposition peut être considérée comme définitivement établie.

» M. Cohn n'a opéré que sur des diélectriques liquides. J'ai prouvé que la conductibilité des corps de cette classe appartient, au moins en grande partie, à des substances étrangères et l'on peut douter si, dans les expériences de M. Cohn, la conductibilité et le pouvoir diélectrique appartiennent bien réellement aux mêmes molécules, s'il n'y a pas *juxtaposition* plutôt que *superposition*. J'ai cherché à lever cette incertitude par mes expériences sur les sels solides et je crois y avoir réussi. C'est un point essentiel et sur lequel M. Cohn ne me disputera pas la priorité.

» Après ces explications, je ne crois pas devoir, en ce qui me concerne, continuer un débat qui me paraît épuisé. »

(¹) Comparer Cohn, *Wied. Ann.*, t. XXXVIII, p. 42, et Bouty, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 533.

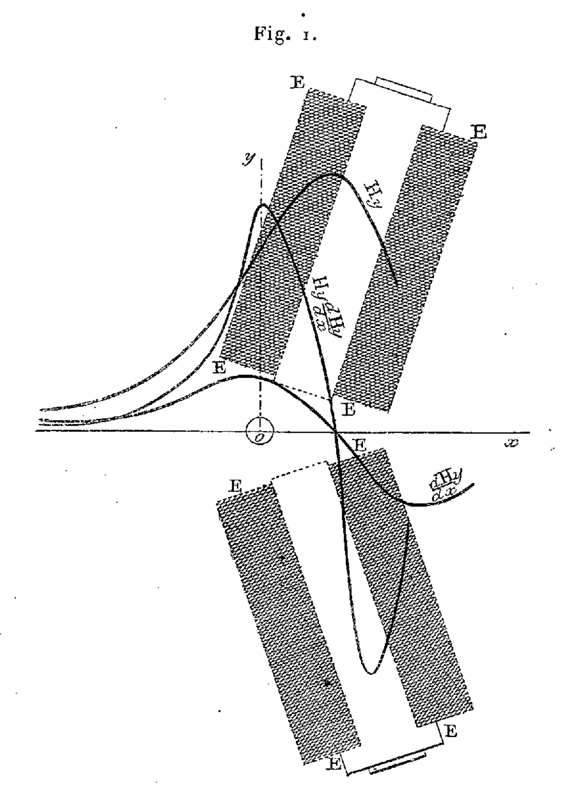
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVII, p. 62; septembre 1892.

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques des corps à diverses températures.* Note de M. P. Curie [1], présentée par M. Lippmann.

« J'étudie les propriétés magnétiques des corps par une méthode qui rentre, en principe, dans celle qu'employaient Becquerel et Faraday.

» EEEE (*fig.* 1) représentant les bras horizontaux d'un électro-aimant,

Fig. 1.



on place, en un point o du plan de symétrie ox, le corps que l'on veut étudier et l'on mesure la force f qui agit suivant ox lorsque l'électro-aimant est excité.

» Désignons par H_y l'intensité du champ en o dans la direction oy, par I l'intensité d'aimantation spécifique (c'est-à-dire le moment magnétique

---

[1] Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

divisé par la masse), par M la masse du corps, on a

$$f = \mathrm{MI}\,\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}.$$

Dans le cas très fréquent où I est proportionnel à H, on a, en désignant par k le coefficient d'aimantation spécifique,

$$f = \mathrm{M}k\mathrm{H}_y\,\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}.$$

» Les courbes de la *fig.* 1 sont obtenues en portant en ordonnées, à partir de ox, les valeurs de H_y, $\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}$ et $\mathrm{H}_y\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}$ aux divers points de cette ligne.

» On place le centre du corps à étudier au point o pour lequel la quantité $\mathrm{H}_y\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}$ passe par un maximum. De cette façon, on peut prendre un corps assez volumineux et le déplacer très notablement dans le champ, sans que la force agissante soit sensiblement différente de ce qu'elle serait si tout le corps était concentré en o.

» On mesure la force f en utilisant la torsion d'un fil; on laisse se produire les déviations, toujours très petites, qui sont mesurées à l'aide d'un micromètre placé à l'extrémité d'une aiguille et sur lequel est braqué un microscope fixe.

» On fait toujours varier progressivement le courant dans les bobines de l'électro-aimant, de $+8$ ampères à -8 ampères, par une série de cycles identiques entre eux.

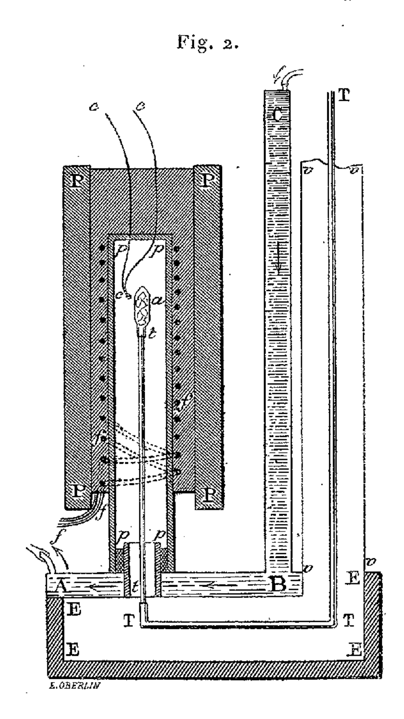
» On détermine, dans une étude préalable, les valeurs de H et de $\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}$ pour chaque intensité de courant, pendant la période croissante et pendant la période décroissante. Il suffit ensuite, dans les recherches magnétiques, de mesurer l'intensité du courant dans l'électro-aimant, pour connaître l'état du champ.

» Dans l'étude préalable dont nous venons de parler, on détermine l'intensité du champ à l'aide du galvanomètre balistique et d'une bobine de quelques spires, que l'on fait tourner de 180° dans le champ, à l'endroit choisi pour placer le corps.

» La détermination de la dérivée est plus délicate; pour l'obtenir, on déplace brusquement de 1^{mm} à 2^{mm}, dans le champ une bobine portant un grand nombre de spires. Le déplacement se mesure par l'intermédiaire

d'un micromètre et d'un microscope, et la variation de flux par la déviation d'un galvanomètre balistique. On peut placer les spires de la bobine normales au champ oy et déplacer la bobine suivant ox, on mesure ainsi directement $\frac{d\mathrm{H}_y}{dx}$; mais il est préférable, en se basant sur l'identité $\frac{d\mathrm{H}_y}{dx} = \frac{d\mathrm{H}_x}{dy}$, de placer les spires normales à ox et de produire le déplacement suivant oy. On trouve par ces deux méthodes la même valeur pour la dérivée; mais, dans la seconde, la détermination n'est pas troublée par les très petites variations qui peuvent se produire dans le champ sous l'influence des variations du courant ou des trépidations.

Fig. 2.



a, ampoule contenant le corps à étudier;
tt, tige de porcelaine soutenant l'ampoule;
TTT, tube métallique formant charpente et faisant partie de l'équipage mobile de l'appareil de torsion;
ppp, PPP, four à porcelaine;
fff, fil de platine pour le courant qui sert à chauffer;
ccc, couple Le Chatelier;
ABC, écran à circulation d'eau;
FFF, *vvv*, caisse en bois et tube de verre pour protéger des courants d'air.

» La surface des spires de la bobine qui sert à déterminer la dérivée

du champ étant impossible à mesurer géométriquement, à cause de la petitesse du diamètre de certaines spires, nous avons tourné la difficulté en mesurant cette surface par une méthode indirecte très exacte et que nous croyons nouvelle. Elle consiste à former, avec quelques spires d'un plus grand diamètre facilement mesurable, une bobine de même surface totale que la première. Pour vérifier l'égalité des surfaces totales des spires des deux bobines, on crée un champ magnétique uniforme normal aux spires des deux bobines, placées parallèlement l'une près de l'autre, et l'on constate que les courants induits se compensent lorsque les bobines sont convenablement reliées dans le circuit d'un galvanomètre balistique.

» Pour déterminer les constantes magnétiques à diverses températures, on emploie un four électrique en porcelaine (*fig.* 2).

» Une étude faite sur l'oxygène à diverses températures permet de ramener les résultats à ce qu'ils seraient si l'on opérait dans le vide.

» L'électro-aimant étant protégé par des écrans à circulation d'eau, on a pu étudier les propriétés magnétiques de certains corps depuis la température ambiante jusqu'à 1500 degrés. »

OPTIQUE. — *Sur la propagation des vibrations dans les milieux absorbants isotropes.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« Toutes les théories de la propagation de la lumière dans les milieux absorbants isotropes présentent des caractères communs, qui n'ont peut-être pas encore suffisamment été mis en évidence; les différences apparaissent quand on veut tenir compte de la dispersion. Ces caractères communs résultent de ce qu'on suppose, d'ailleurs à tort, que les équations aux dérivées partielles fondamentales sont linéaires, quelle que soit leur complication, et de ce qu'on étudie seulement les milieux isotropes.

» I. *Équations linéaires.* — A une onde incidente plane et uniforme dans un premier milieu transparent correspond une onde plane dans le milieu absorbant; cette onde n'est pas uniforme, l'amplitude dépend de la distance à un plan oblique au plan d'onde, le plan de la surface de séparation. Les plans d'onde correspondants, incident et réfracté, s'obtiennent par une construction calquée sur celle d'Huygens, au moyen d'une surface d'onde caractéristique relative à un point source.

» II. *Milieu absorbant isotrope.* — Même dans un milieu absorbant isotrope, *la surface d'onde n'est pas sphérique ;* bien plus : *il n'y a pas de sur-*

face d'onde déterminée; pour avoir une surface d'onde, il faut se donner, par des considérations étrangères, la relation entre l'orientation du plan d'onde et celle du plan d'absorption. Dans certaines théories, il est même nécessaire d'y ajouter l'orientation du plan de polarisation.

» Dans le cas des phénomènes de réfraction entre un milieu *transparent* et un milieu *absorbant, le plan d'absorption est fixe; la surface d'onde est donc une surface de révolution autour de la normale à la surface de séparation,* pour chacune des vibrations polarisées dans le plan d'incidence et dans le plan normal. Il n'est d'ailleurs nullement certain que la vibration parallèle à l'intersection du plan d'onde et du plan d'absorption ait la même vitesse de propagation que la vibration perpendiculaire; la surface d'onde peut donc, par le seul fait de l'absorption, avoir deux nappes de révolution, tangentes aux deux extrémités de l'axe, qui est normal à la surface de séparation. C'est peut-être la cause de la biréfringence des métaux déposés sous forme de lames minces.

» Dans la réfraction à la surface de séparation de *deux milieux absorbants,* le premier milieu étant, par exemple, prismatique, le plan d'absorption, dans le second milieu, tourne en même temps que l'incidence change, *la surface d'onde à employer n'est ni sphérique, ni de révolution; elle peut même n'avoir pas de plan de symétrie* et devenir plus compliquée que la surface de Fresnel pour les cristaux biaxes. Ce changement de forme, quand le premier milieu est lui-même absorbant, permettra de décider dans quelle mesure intervient l'absorption dans la double réfraction observée des métaux.

» A la sortie d'un milieu absorbant dans un milieu transparent, *l'onde plane permanente dans le milieu transparent n'est pas uniforme* ([1]), l'amplitude varie en progression géométrique en fonction de la distance comptée à partir d'une droite du plan d'onde; cette onde se propage avec la vitesse $V' = V\sqrt{1-p^2}$, p étant le coefficient de l'exponentielle.

» Vibration rectiligne, perpendiculaire aux lignes d'égale absorption, sans condensation :

$$u = Ae^{-\frac{2\pi}{\lambda'}py}\cos\frac{2\pi}{\lambda'}(z - V't), \qquad \lambda' = \frac{V'}{V}\lambda.$$

([1]) C'est là un cas très particulier d'un phénomène très général de propagation *rigoureusement rectiligne* d'une onde plane non uniforme que j'étudierai dans une prochaine Communication.

» Vibration *elliptique,* dans un plan parallèle aux lignes d'absorption et perpendiculaire au plan de l'onde, *sans condensation :*

$$v = \mathrm{B}e^{-\frac{2\pi}{\lambda'}py}\cos\frac{2\pi}{\lambda'}(z - \mathrm{V}'t), \qquad w = +\mathrm{B}pe^{-\frac{2\pi}{\lambda'}py}\sin\frac{2\pi}{\lambda'}(z - \mathrm{V}'t).$$

» Cette onde émergente se propage avec une vitesse normale variable avec le coefficient p. Dans la construction d'Huygens pour le rayon émergent, *la surface d'onde à employer dans le milieu transparent n'est pas une sphère;* elle n'est pas déterminée par ce milieu seul : il faut, pour la déterminer, connaître toutes les circonstances antérieures qui déterminent l'orientation des lignes d'égale amplitude et leur écart sur la face de sortie.

» *Les conditions d'émergence d'un milieu absorbant diffèrent entièrement des conditions d'incidence;* aucune des deux surfaces d'onde intérieure et extérieure au milieu absorbant n'est conservée. La loi *géométrique* du retour des rayons est inapplicable.

» Pour se faire une idée de l'ordre de grandeur des différences de vitesse de propagation dues à l'absorption, il faut se rappeler que la non-uniformité de l'onde ne fait varier la vitesse de propagation dans un milieu transparent que de termes du deuxième ordre, mais que pour un milieu absorbant il y a des termes du premier ordre en fonction du facteur p de l'exposant $\frac{2\pi}{\lambda}py$. Une variation de 0,00005 dans la vitesse extérieure d'émergence correspond à $p = 0,01$: l'amplitude varie de 1 à 0,1 en parcourant dans le plan d'onde une largeur de 6,8 longueurs d'onde; c'est déjà une variation d'une prodigieuse rapidité. Rien ne doit être appréciable dans des milieux déjà fortement absorbants comme les verres et les dissolutions colorées. En effet, en pointant l'une sur l'autre deux lunettes à réticules, entre lesquelles se trouve un prisme de 30° contenant une solution presque opaque de permanganate de potasse, de fuchsine, etc., j'ai constaté que, quelle que soit l'incidence, la coïncidence établie en éclairant l'une des lunettes par une flamme de soude intense subsiste rigoureusement quand on fait arriver la lumière par l'autre lunette; un écart de 10″ à 20″ aurait été perceptible. Je me suis assuré aussi que ces dissolutions ne sont pas biréfringentes par absorption, en mettant la solution dans une cuve à faces parallèles, d'un centimètre environ d'épaisseur, posée sur la plate-forme d'un appareil à compensateur Jamin. Quelle que soit l'incidence, la frange reste immobile; il ne se produit pas de dif-

férence de marche de $\frac{1}{100}$ de longueur d'onde sur une épaisseur qui en contient 17000, entre le rayon qui vibre parallèlement au plan d'absorption et celui qui vibre plus ou moins obliquement.

» Pour mettre en évidence les résultats théoriques, il faut s'adresser aux métaux, aux couleurs d'aniline solides, qui absorbent énergiquement la lumière sous une épaisseur de quelques longueurs d'onde. Les méthodes d'étude des milieux transparents peuvent être appliquées en toute confiance aux milieux dont l'absorption n'est sensible que sous une épaisseur de quelques dixièmes de millimètre ou davantage. »

OPTIQUE. — *Sur une relation nouvelle entre les variations de l'intensité lumineuse et les numéros d'ordre de la sensation déterminée au moyen d'un lavis lumineux.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Mascart.

« On peut obtenir très facilement un grand nombre d'étalons d'intensités lumineuses dans des rapports quelconques en saturant de lumière, à des temps convenables, des écrans enduits de sulfure de zinc phosphorescent ([1]). Pour simplifier les calculs et les manipulations, je me suis attaché à faire varier non le facteur *temps*, mais le facteur *épaisseur*. Sur les écrans de mon photomètre-photoptomètre la couche de sulfure de zinc est un peu inférieure à 1^{mm} : épaisseur qu'il n'y aurait pas d'intérêt pratique à accroître en vue d'obtenir plus d'éclat. Mais, exposées à des chocs fréquents, des couches de cette épaisseur risqueraient fatalement de s'écailler; aussi ai-je cherché à obtenir par les procédés ordinaires de la typographie des couches d'épaisseurs très faibles et décroissantes, de plus inaltérables au frottement.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un rectangle dégradé phosphorescent, de 40^{cm} de long sur 8^{cm} de haut, édité par la Société centrale des produits chimiques, imprimé avec du sulfure de zinc mélangé à l'huile de lin par une planche de cuivre gravée à l'aquateinte.

» Ce rectangle présente immédiatement après l'illumination un dégradé très satisfaisant; il n'en est pas tout à fait de même au bout de quelques minutes; les couches minces diminuant d'intensité plus vite que les épaisses. Ces différentes parties suivent-elles une loi de déperdition lumineuse différente? Je me suis assuré qu'il n'en est sensiblement rien, en découpant

([1]) *Comptes rendus*, 10 et 24 octobre.

cinq demi-cercles dans le rectangle aux distances de 7^{mm}, 95^{mm}, 193^{mm}, 291^{mm}, 389^{mm}, comptées dans le sens des intensités lumineuses croissantes, en les substituant dans mon photomètre-photoptomètre à l'écran phosphorescent ordinaire et en notant les temps au bout desquels ils égalaient pour deux observateurs l'intensité émise par une petite lampe électrique à des distances données de l'écran translucide. La formule qui convient le mieux pour les demi-cercles nos 1, 4, 5, c'est-à-dire pour les demi-cercles extrêmes, est, i représentant toujours l'intensité et t le temps,

$$i^{0,5}(t+23) = \text{const.} \tag{1}$$

» Pour les demi-cercles moyens 2 et 3, on trouve respectivement les deux formules très approchées de la précédente

$$i^{0,5}(t+30) = \text{const.} \tag{2}$$

et

$$i^{0,5}(t+20) = \text{const.} \tag{3}$$

D'après ces nombres, on est en droit de conclure que, dans ces limites, la loi de déperdition lumineuse est sensiblement indépendante de l'épaisseur de la couche. La décroissance un peu plus rapide, sur le rectangle, des couches les plus minces tient sans doute à une influence de l'épaisseur, à laquelle s'ajoute une légère diffusion de rayons verts, plus grande des couches épaisses vers les couches minces, ayant conséquemment pour effet (bien connu) d'augmenter la vitesse lumineuse de celles-ci; d'où une légère différence d'éclat qui va s'exagérant pour l'œil, suivant la loi physiologique du contraste simultané.

» Une première application tout indiquée de ce rectangle dégradé était de chercher la relation qui lie les degrés successifs de la sensation aux variations de l'excitation lumineuse pour ces intensités très faibles.

» On compte vingt teintes successives sur ce dégradé ayant environ, à saturation lumineuse, la première, une intensité de $\frac{1}{38}$ de bougie-mètre, la vingtième une intensité de $\frac{1}{318}$ de bougie-mètre. Si, sur les courbes des observations, on compare aux numéros d'ordre 4,75; 9,65; 14,55; 19,45 des teintes qui leur correspondent les intensités respectives, au bout du même temps après saturation des demi-cercles 2, 3, 4, 5, on trouve, pour les quotients successifs des logarithmes des numéros d'ordre des sensations, diminués d'une constante, par les logarithmes des intensités correspon-

dantes les nombres suivants :

$$\frac{0,6766936-0,0587096}{1,041393}=0,593;\quad \frac{0,9845273-0,0587096}{1,50515}=0,615,$$
$$\frac{1,162863-0,0587096}{1,7923917}=0,616;\quad \frac{1,2889196-0,0587096}{2}=0,615.$$

» En conséquence, E étant l'excitation, S la sensation exprimée par le numéro d'ordre des teintes, k désignant une constante, λ un facteur de proportionnalité égal à 1,14475 et qui, si l'extrapolation est permise, exprime la sensation correspondant à l'excitation 1, on a

$$S=\lambda E^k. \tag{4}$$

Cette loi est bien différente de la loi de Fechner

$$S=\lambda' \log E; \tag{5}$$

en effet, si l'on cherche à déterminer λ' en posant, par exemple, d'après la courbe de mes observations $S=9,65$, $E=32$, on trouve

$$\lambda'=6,41$$

et en résolvant l'équation (5) par rapport à E, on trouve respectivement, pour les valeurs 4,75; 14,55; 19,45 de la sensation, au lieu des intensités : 11 (valeur calculée = 10,10), 62, 100, les intensités 5,51; 186 et 1084.

» La formule (4) conduit au contraire à des résultats assez rapprochés numériquement de ceux que M. A. Charpentier a résumés (avec quelques réserves d'ailleurs et sans publier, que je sache, ses observations), en écrivant que « la fraction différentielle varie en raison inverse de la racine » carrée de l'éclairage »; ce qu'on doit écrire

$$\frac{\frac{dE}{dS}}{E}=\frac{k}{\sqrt{E}};$$

d'où, en intégrant,

$$2E^{\frac{1}{2}}kS$$

ou, en posant $\lambda''=\frac{2}{k}$,

$$S=\lambda'' E^{\frac{1}{2}}. \tag{6}$$

» Si l'on cherche à déterminer λ'' d'après la courbe de mes observations

en posant, par exemple, $S = 9,65$, $E = 32$, on trouve

$$\lambda'' = 1,70$$

et, en résolvant l'équation (6) par rapport à E, on trouve respectivement pour les valeurs 4,75; 14,55; 19,45 de la sensation, au lieu des intensités 10,10; 62; 100, les intensités 7,78; 73,27; 129,96.

» Si l'Académie veut bien le permettre, je lui soumettrai prochainement d'autres applications de ce lavis lumineux à l'optique physiologique. »

CHIMIE. — *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique. Expériences.* Note de M. **Raoul Pictet**.

« Le premier point que nous avons eu à contrôler expérimentalement, pour constater l'accord entre notre hypothèse fondamentale et les faits, consistait à démontrer *que toute réaction chimique cesse aux très basses températures*. Nous avons fait plus de deux cents expériences dirigées dans ce sens et dans lesquelles nous avons mis en présence les corps qui réagissent avec le *plus d'énergie*, ceux dont les réactions sont le *plus sensibles* et enfin ceux qui conservent l'état liquide malgré les grands froids.

» Nous ne relatons ici que quelques-unes de ces observations :

» 1° *L'acide sulfurique concentré* à 89 pour 100 et celui à 10 molécules d'eau ayant 35 pour 100 donnent deux liquides dont les points de cristallisation sont — 56° pour le premier et — 88° pour le second.

» Nous mettons à — 125° l'acide sulfurique concentré congelé en présence de la *soude caustique* finement pulvérisée, également refroidie à — 125° dans une capsule. En comprimant fortement l'acide dans la poussière de soude caustique, aucune réaction n'apparaît.

» Nous conduisons alors dans le *puits frigorifique* deux fils isolés, entre lesquels nous faisons jaillir l'étincelle électrique d'une forte bobine Ruhmkorff. Nous constatons que l'acide sulfurique gelé conduit très bien l'étincelle; après un quart d'heure d'opération, nous voyons que la réaction de l'acide sur la potasse s'est effectuée sur les *trajets des étincelles*, sans se communiquer aux parties avoisinantes. Le poids de sulfate de soude est ainsi relativement faible et ce produit tatoue la surface du bâton d'acide sulfurique congelé. La température indiquée par le thermomètre, au centre du lingot d'acide sulfurique, au bout d'un quart d'heure est de — 121°, l'enceinte du puits frigorifique est maintenu à — 145°. Ces faits constatés, nous avons

retiré l'éprouvette à réaction du puits, pour laisser la température s'élever progressivement. Vers $-80°$ et subitement, la réaction en masse s'est produite, cassant l'éprouvette par le brusque changement de température.

» L'acide sulfurique étendu à 35 pour 100 a agi exactement de même.

» 2° *Acide sulfurique et potasse caustique.* — L'opération s'effectue dans les mêmes conditions qu'avec la soude et donne les mêmes résultats ; seulement la *réaction en masse* s'opère déjà à $-90°$.

» 3° *Acide sulfurique et ammoniaque concentrée.* — Aucune réaction jusqu'à $-80°$. Réaction limitée sous l'influence de l'étincelle électrique, puis à $-65°$, $-60°$, réaction en masse avec brusque élévation de température.

» 4° *Acide sulfurique et sel marin.* — Aucune réaction au-dessous de $-50°$; de $-50°$ à $-25°$ *réaction limitée;* puis, au-dessus, réaction en masse.

» 5° *Acide sulfurique et carbonate de chaux et carbonate de soude.* — Prenant l'acide sulfurique à 35 pour 100 liquide à $-80°$, aucune réaction sur ces deux carbonates. Les premières bulles d'acide carbonique se dégagent seulement à $-56°$ pour le carbonate de soude, à $-52°$ pour le carbonate de chaux. A $-15°$, la réaction est *turbulente* avec le marbre et à $-30°$ avec le carbonate de soude.

» Tous les autres carbonates se comportent sensiblement de même.

» 6° *Acide nitrique* avec les mêmes corps que pour l'acide sulfurique.

» L'acide est refroidi à $-125°$, ainsi que tous les corps mis en présence. Avec la potasse et la soude caustiques, les réactions sont nulles au début, mais elles se développent quelques degrés plus bas qu'avec l'acide sulfurique, lorsqu'on laisse la température se relever hors du puits.

» Avec le sel marin, la réaction commence déjà à $-74°$, avec le secours de l'étincelle.

» 7° *Sodium métallique* avec alcool à 84 pour 100. L'alcool est refroidi liquide à $-78°$ avec le sodium. On jette le sodium dans l'alcool, aucune réaction. Elle ne commence qu'à $-48°$ environ et se développe brusquement en masse.

» 8° *Sodium et acide sulfurique* à 35 pour 100. — Refroidis tous deux à $-85°$ et réunis, *aucune réaction*. Vers $-50°$, la réaction avec flammes apparaît subitement. Au-dessous de $-50°$, le sodium conserve au contact de l'acide son *éclat métallique* comme dans l'alcool étendu.

» 9° Le *potassium* agit comme le sodium ; à une température de $-68°$ au lieu de $-50°$, il enflamme spontanément l'hydrogène dégagé par l'acide sulfurique 35 pour 100 ($SO^4H^2 + 10H^2O$).

» 10° Nous avons fait quelques expériences sur les réactions donnant des précipités solides :

» *Acide sulfurique et chlorure de baryum.* — On refroidit séparément de l'acide sulfurique à — 85° et une solution alcoolique de chlorure de baryum. On mélange les deux liquides, en ajoutant en outre quelques cristaux de chlorure de baryum. Aucune réaction ne se laisse constater, l'acide sulfurique reste transparent. Le précipité ne se laisse voir qu'à — 70°. A — 40°, la réaction est complète.

» *Acide chlorhydrique et nitrate d'argent.* — Une solution alcoolique de nitrate d'argent est refroidie à —125°, ainsi que de l'acide chlorhydrique à 33 pour 100. En mélangeant les liqueurs, on ne voit aucun dépôt ni précipité. A —90° la réaction apparaît faiblement; elle n'est complète qu'à —80°.

» 11° *Potasse caustique et phénolphtaléine.* — La potasse est dissoute dans l'alcool, ainsi que la phénolphtaléine. On refroidit séparément à — 135° jusqu'à l'état pâteux. On mélange, aucune réaction. La température s'élève et à —100° la teinte rouge apparaît; à —80°, la couleur est foncée.

» *Tournesol avec acide sulfurique et acide chlorhydrique.* — Une solution alcoolique de tournesol est refroidie à — 140° et versée soit sur de l'acide sulfurique gelé, soit sur de l'acide chlorhydrique liquide à — 125°. La solution *reste bleue* indéfiniment à — 120°, malgré une agitation fréquente de la liqueur. A — 110°, *subitement*, la solution passe au rouge avec l'acide chlorhydrique et à — 105° avec l'acide sulfurique.

» *Résumé.* — Nous pouvons résumer l'ensemble des recherches faites dans cette direction ainsi que suit :

» 1° Entre les températures comprises entre — 155° et — 125°, nous n'avons pu constater *aucune réaction chimique*, quelle que soit la nature des corps mis en présence.

» 2° Les réactions *sensibles*, comme l'effet des acides sur la teinture de tournesol, etc., se produisent à plus basses températures que d'autres réactions très énergiques, sodium métallique sur l'acide sulfurique par exemple.

» 3° Dans toutes les *réactions chimiques*, nous pouvons trouver deux phases suivant la température à laquelle on opère :

» A. La *réaction lente* qui se produit *au-dessous* d'une température *limite*, spéciale pour les corps mis en présence; cette réaction se manifeste sous l'influence de l'étincelle électrique ou spontanément suivant, l'écart qui existe entre la température actuelle et cette *température limite*.

» B. La *réaction en masse*, dans laquelle l'élévation de température, produite par les parties qui réagissent, communique aux parties voisines assez de chaleur pour les faire aussi réagir; c'est une sorte d'embrasement général, qui n'est modéré que par les conditions physiques imposées au rapprochement des particules qui se combinent.

» Dans la plupart des cas, pour obtenir et conserver la *réaction lente*, il faut enlever *par rayonnement* la chaleur développée par la combinaison, sans quoi la température passe très vite à la limite de la *réaction en masse*.

» 4° L'étincelle électrique semble être le meilleur excitant pour provoquer la *réaction lente*.

» 5° Il est donc expérimentalement constaté que toute réaction chimique commence toujours par une *période d'énergie négative*, c'est-à-dire dans laquelle il faut *fournir du travail extérieur* aux composants pour permettre leur combinaison.

» Le travail chimique appelé par M. Berthelot *travail préliminaire* ou *préparatoire* est donc un fait général dans la nature. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la fusion du carbonate de chaux.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« A la fin du siècle dernier, J. Hall, voulant démontrer expérimentalement l'exactitude des idées théoriques de son compatriote Hutton sur la formation des roches de l'écorce terrestre, entreprit de faire cristalliser un certain nombre d'entre elles par fusion sous pression. Parmi ces expériences, celle de reproduction du marbre par fusion de la craie est restée particulièrement célèbre. Cependant, les nombreuses tentatives faites depuis pour répéter cette expérience capitale ont presque toutes ([1]) échoué; la discussion même des observations de J. Hall laisse subsister bien des doutes sur leur portée; son carbonate de chaux fondu s'éteignait souvent à l'air humide comme la chaux; la fusion était toujours accompagnée d'une perte de poids parfois considérable; enfin les résultats obtenus étaient d'autant plus satisfaisants que le calcaire employé était plus impur.

([1]) G. Rose et Siemens ont annoncé avoir fondu une fois un fragment de calcaire lithographique impur et une fois un fragment d'arragonite, mais ils ne purent jamais réussir à répéter une seconde fois l'une ou l'autre de ces expériences.

J. Hall avait-il réellement fondu la carbonate de chaux pur? On pouvait, en raison des insuccès répétés des tentatives ultérieures, conserver à ce sujet quelques doutes, sans refuser pour cela son admiration à des expériences conduites avec une méthode et une persévérance remarquables.

» Les connaissances chimiques actuelles permettent d'affirmer que la fusion du carbonate de chaux est certainement possible dans des conditions convenables de pression et de température. En effet, les lois de la dissociation nous apprennent qu'à toute température il est possible de s'opposer à la décomposition de ce corps par la seule action de la pression; d'autre part, les analogies incontestables des sels de chaux et de baryte autorisent à supposer que le point de fusion du carbonate de chaux ne doit pas être extrêmement différent de celui du carbonate de baryte qui fond à 800°.

» En admettant l'exactitude des déterminations de J. Hall, la fusion du carbonate de chaux se produirait entre celle de l'argent et celle de l'or, c'est-à-dire à une température inférieure à 1050°. L'extrapolation de mes anciennes expériences sur la dissociation du carbonate de chaux conduit par cette température de 1050° à une tension de dissociation de $8^{atm},7$. Ce sont là des conditions de pression et de température dont la réalisation semble relativement facile. C'est néanmoins l'explosion ou tout au moins la rupture des appareils en fer dans lesquels le carbonate de chaux était chauffé, qui a été la cause la plus fréquente des insuccès si nombreux obtenus dans ces expériences. Bien que le fer perde beaucoup de sa résistance au rouge, des tubes un peu épais devraient cependant pouvoir résister facilement à une dizaine d'atmosphères. Mais le développement de pressions bien supérieures à celles de la dissociation du carbonate de chaux est la conséquence nécessaire de la réaction chimique de l'acide carbonique sur le fer métallique; il se forme de l'oxyde de carbone dont la tension ne peut limiter la dissociation du carbonate et, par suite, tend à s'élever indéfiniment, ou tout au moins à croître jusqu'au moment où le fer forme avec les deux gaz en présence un système en équilibre chimique.

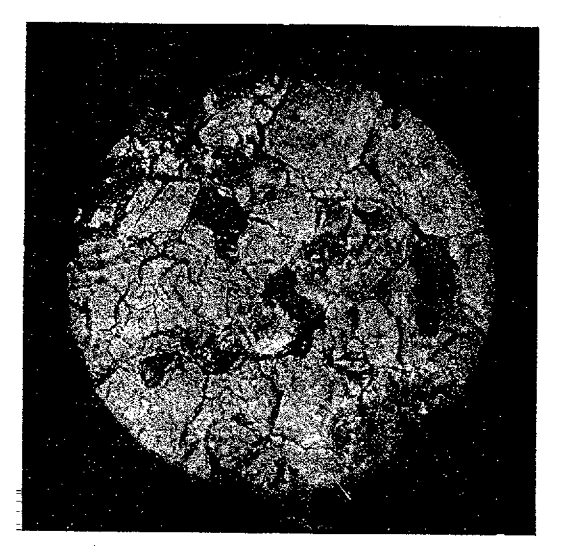
» Le dispositif expérimental que j'ai employé a été décrit antérieurement (1) à l'occasion de mes recherches sur la cristallisation du feldspath par fusion ignée. La matière solide enfermée dans un cylindre en acier est comprimée entre deux pistons du même métal, à une pression dépassant

(1) H. Le Chatelier, *Sur des essais de reproduction de roches acides* (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 370).

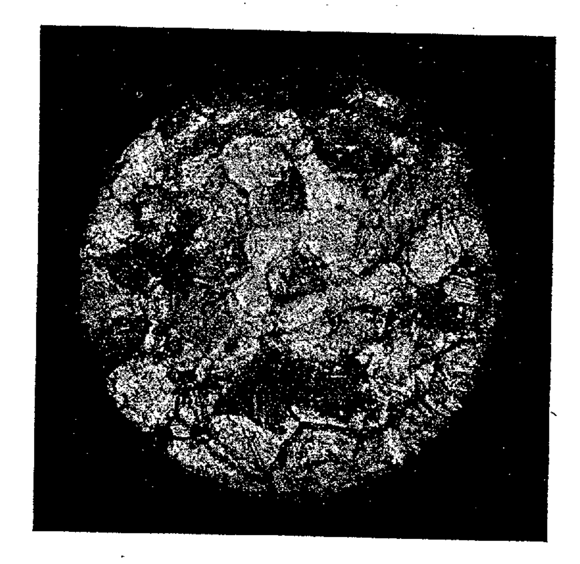
un millier de kilogrammes par centimètre carré; une spirale du platine noyée dans la matière est chauffée par le passage du courant. L'étanchéité des joints est assurée par deux lames de plomb placées en avant des pistons et refoulées par une pression énergique qui les fait refluer dans les espaces vides.

» Antérieurement à mes recherches, M. Cailletet [1] avait déjà, par un procédé expérimental analogue, tenté sans succès d'obtenir la fusion du carbonate de chaux.

» Les expériences ont porté sur du carbonate de chaux chimiquement pur, en poudre impalpable, dont les grains n'atteignaient pas $0^{mm},001$. La fusion a toujours été obtenue sans aucune difficulté sur la matière renfermée tant à l'intérieur de la spirale qu'à l'extérieur, dans une zone d'une certaine largeur. La partie fondue qui devient translucide est séparée par une ligne de démarcation très nette de la partie simplement agglomérée par la pression qui a gardé un aspect blanc mat. La transformation obtenue est donc bien le résultat d'un phénomène brusque comme l'est la fusion,



Marbre.



$CaO.CO^2$ fondu.

et ne peut résulter de l'agglomération progressive d'une matière devenue pâteuse. D'ailleurs en plaque mince on observe des cristaux qui ont plus

(1) CAILLETET, *Appareil pour des expériences à haute température au sein d'un gaz sous pression élevée* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 333).

de $0^{mm},1$, c'est-à-dire qui sont 1000 fois plus gros que les petits sphérolites du précipité chimique mis en expérience. En noyant des fils d'or dans la matière, j'ai reconnu que le point de fusion du carbonate de chaux est un peu inférieur à celui de l'or tout en en différant très peu, ce qui confirme l'exactitude des indications de F. Hall.

» Ce carbonate de chaux fondu ressemble, à s'y méprendre, à certains marbres naturels peu ou pas mâclés, comme le montrent les deux reproductions photographiques ci-dessus. Mais ces analogies d'aspects n'impliquent pas nécessairement des conditions de production identiques.

» Quelques particularités, dont je poursuis l'étude, me conduisent à penser que la fusion du carbonate de chaux est analogue à celle du sulfate de soude décahydrate. Il se formerait un dépôt solide de chaux qui resterait en suspension dans le carbonate de chaux fondu et saturé d'acide carbonique sous sa tension propre de dissociation. »

CHIMIE. — *Sur les poids moléculaires du sodammonium et du potassammonium.* Note de M. **A. Joannis.**

« J'ai déterminé les poids moléculaires du potassammonium et du sodammonium, en suivant l'une des méthodes préconisées par M. Raoult; la solubilité de ces corps dans le gaz ammoniac liquéfié permettait en effet de les étudier à ce point de vue; mais, le point de congélation de l'ammoniac pur liquéfié étant situé au voisinage de — 80°, il eût été difficile de mesurer avec précisiou l'abaissement du point de congélation; j'ai donc mesuré la différence des tensions de l'ammoniac pur et de l'ammoniac contenant en dissolution du potassammonium ou du sodammonium, ou enfin de la naphtaline. Les expériences faites avec ce dernier corps ont été exécutées parce que le dissolvant employé, l'ammoniac liquide, n'ayant pas encore été étudié à ce point de vue, j'ai dû chercher d'abord si c'était un dissolvant normal, c'est-à-dire tel que le produit

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{n+n'}{n} = K,$$

considéré par M. Raoult [1], fut égal à 1,04. J'ai d'ailleurs employé, dans ces recherches, tantôt la méthode statique, tantôt la méthode dynamique.

---

[1] Dans cette formule, f représente la tension du dissolvant pur, f' celle de la solu-

» MÉTHODE STATIQUE : *description de l'appareil.* — L'appareil que j'employais consistait en un tube en U contenant du mercure et formant manomètre; l'une des branches communiquait avec un tube contenant quelques centimètres cubes d'ammoniac pur, l'autre avec un tube contenant de l'ammoniac tenant en dissolution le corps à étudier. Ces diverses communications étaient obtenues à l'aide de tubes de plomb. L'ammoniac employé était de l'ammoniac liquéfié à l'avance dans une bouteille de fer et qui avait été préparé au laboratoire avec des produits purs. Comme cet ammoniac préparé en assez grande quantité (1^{kg} environ à chaque opération) n'était pas absolument anhydre, on en distillait de nouveau, au moment de faire une expérience, quelques centimètres cubes, que l'on envoyait se condenser dans un tube de verre plein de soude récemment fondue. Au contact de ce corps, les dernières traces d'eau que pouvait contenir l'ammoniac de la bouteille de fer étaient complètement absorbées, comme je l'ai constamment vérifié dans mes expériences sur le sodammonium, où la moindre trace d'eau est si facile à manifester. Dans cet appareil desséchant, muni de robinets, on dirigeait ensuite l'ammoniac dans le tube de verre où se trouvait le corps à dissoudre.

» I. EXPÉRIENCES SUR LA NAPHTALINE. — Celle-ci avait été fondue à l'avance autour d'un petit fil d'aluminium, terminé par un crochet et suspendu à l'intérieur du tube, de façon que la naphtaline se trouvât vers la surface de l'ammoniac liquéfié. Grâce à cette disposition, la dissolution de la naphtaline se faisait assez rapidement. Le poids de la naphtaline mise en expérience était déterminé à l'avance. Les deux tubes à ammoniac pur et à solution de naphtaline étaient placés à côté l'un de l'autre, au sein d'une grande masse d'eau agitée continuellement et dont la température était donnée par un thermomètre très sensible. Dans ces conditions, j'ai trouvé qu'à $+17°,1$, la différence de tension était de $46^{mm},9$ (pression ramenée à 0°). La quantité d'ammoniac contenue dans le tube, corrigée de la quantité restée gazeuse, donnait le poids exact du dissolvant. En portant dans la formule de M. Raoult les valeurs $f - f' = 46,9$ et $\frac{n + n'}{n} = \frac{347,535}{2,505}$ trouvées dans l'expérience précédente (¹) et la valeur $f = 5810^{mm}$ à $17°,1$ déduite des expériences de Regnault, on trouve $k = 1,118$. Ce nombre est assez voisin de 1,04, moyenne des nombres trouvés par M. Raoult. Ce savant a d'ailleurs obtenu des écarts de ce genre pour différents corps. On peut en conclure que l'ammoniac liquéfié est un dissolvant normal.

» Je n'ai pu employer la méthode dynamique avec la naphtaline, parce que sa solubilité est trop faible au voisinage de $-38°$ (point d'ébullition de l'ammoniac) pour donner une différence de température d'ébullition susceptible d'être déterminée avec précision.

» II. EXPÉRIENCES SUR LE SODAMMONIUM : 1° *Méthode statique.* — Une expérience a été

---

tion à la même température, n le nombre de molécules du corps dissous, n' le nombre de molécules du dissolvant.

(¹) Poids d'ammoniac corrigé....... $5^{gr},8655$ valant $345^{\text{milliéquiv.}},030$
Poids de naphtaline .... $0^{gr},3206$ valant $2^{\text{milliéquiv.}},505$

conduite exactement comme la précédente; la méthode statique a donné les nombres suivants, à la température de 0°.

» Différence de pression $f - f' = 66^{mm},31$; tension de l'ammoniac à 0° : $f = 3180^{mm}$.

» Poids du sodium employé : $0^{gr},2365$ valant $10^{\text{milliéquiv.}},195$.

» Poids d'ammoniac employé : $4^{gr},5812$. Correction pour l'ammoniac gazeux : $0^{gr},0540$.

» Poids corrigé : $4^{gr},5272$ valant $266^{\text{milliéquiv.}},306$.

» Si donc on désigne par $(AzH^3Na)^x$ la formule du sodammonium, le produit $\frac{f-f'}{f}\,\frac{n+n'}{n}$ devient $\frac{66,31}{3180} \times \frac{266,306}{\frac{10,195}{n}}$. Si l'on admet pour valeur de ce produit la valeur moyenne trouvée par M. Raoult 1,04, on tire, de l'équation obtenue ainsi, la valeur $x = 1,91$. En admettant pour ce produit la valeur 1,118 trouvée avec la naphtaline, on obtient $x = 2,05$. Ces nombres sont voisins de 2.

» 2° *Méthode dynamique.* — La disposition adoptée est celle de M. Raoult; le réfrigérant destiné à condenser l'ammoniac et à le ramener dans l'appareil contenait un mélange d'acide carbonique solide et d'éther. Résultats obtenus :

» Température d'ébullition de l'ammoniac pur, $-38°,2$ sous la pression de 764^{mm}.

» Température d'ébullition ($-30°,6$) d'une solution de sodammonium contenant $0^{gr},3172$ de sodium (valant $13^{\text{milliéquiv.}},79$) et $1^{gr},2890$ d'ammoniac (valant $75^{\text{milliéquiv.}},82$). La tension de l'ammoniac pur, à cette température de $-36°,6$, est de 845^{mm}. On a donc $\frac{81}{845} \times \frac{75,82}{\frac{13,79}{x}} = 1,04$. De cette équation on tire $x = 1,97$. En donnant à K la valeur 1,118 on trouve $x = 2,11$. Ces nombres sont voisins de 2.

» III. Expériences sur le potassammonium. — Pour ce corps, la méthode statique n'a pu être employée ; à l'état de dilution où l'on est obligé d'opérer et à 0°, la décomposition de ce corps, quoique lente, ne permet pas de faire la mesure précise de la pression, par suite de la petite quantité d'hydrogène qui se dégage continuellement. En employant la méthode dynamique, c'est-à-dire vers $-35°$, la décomposition est plus lente et n'a plus qu'une influence perturbatrice faible.

» *Résultats :* Température d'ébullition ($-36°,1$) sous la pression de $760^{mm},3$ d'une solution de potassammonium contenant $0^{gr},1564$ de potassium (valant $4^{\text{milliéquiv.}},00$) et $1^{gr},5863$ d'ammoniac valant $93^{\text{milliéquiv.}},312$. Pression de l'ammoniac pur à la même température trouvée égale à $779^{mm},3$. On a donc $\frac{19}{779,3} \times \frac{93,312}{\frac{4}{x}} = 1,04$. De là on tire $x = 1,83$. En prenant $K = 1,118$, on trouve $x = 1,97$; ces nombres sont voisins de 2.

» *Conclusions.* — Les ammoniums que j'ai étudiés doivent être représentés par les formules $Az^2H^6Na^2$ et $Az^2H^6K^2$, soit par

$$NaH^3Az - AzH^3Na \qquad \text{et} \qquad KH^3Az - AzH^3K.$$

» Ces conclusions sont d'accord avec les formules que l'atomicité impaire de l'azote pouvait faire prévoir pour ces composés.

» En outre, ces expériences, d'un ordre tout différent de celles que j'avais déjà entreprises et qui étaient fondées les unes sur la dissociation, les autres sur la Thermochimie, sont complètement d'accord avec elles, mais conduisent à des résultats absolument contraires à ceux, d'ailleurs discordants, qui ont été obtenus séparément par Weyl et par Seeley. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques titanates de soude cristallisés.* Note de M. **H. Cormimbœuf** [1], présentée par M. Troost.

« Les titanates naturels des bases monoxydes appartiennent au type TiO^2MO. Les recherches de M. Hautefeuille sur les titanates magnésiens ont établi l'existence d'un type nouveau $TiO^2 2MO$. M. Mallard, en chauffant un mélange d'acide titanique et de carbonate de soude à la température de fusion de ce dernier sel, a constaté une perte d'acide carbonique se produisant en deux temps et due à la production des titanates sodiques $TiO^2 2NaO$ et TiO^2NaO; il a confirmé ainsi l'existence de titanates répondant, par leur composition, au péridot et au pyroxène. Plus récemment, les recherches de M. Lévy [2] sur les combinaisons de l'acide titanique avec l'oxyde de zinc ont établi l'existence de trois nouveaux types $2TiO^2 3MO$, $5TiO^2 4MO$ et $3TiO^2MO$. L'objet de la présente Note est de faire connaître des titanates sodiques : $3TiO^2 2NaO$, $2TiO^2NaO$ et $3TiO^2NaO$, dont les deux premiers représentent des types nouveaux, le dernier venant se placer auprès de l'un des titanates de la série zincique.

» Ces titanates de soude ont été obtenus en utilisant et réglant l'action minéralisatrice du tungstate de soude sur les éléments du titanate sesquibasique. Un équivalent de titanate $2TiO^2 3NaO$ cède, vers 800°, $\frac{5}{3}$ d'équivalent, 2 équivalents, $\frac{7}{3}$ d'équivalent de sa base à 3 équivalents de tungstate de soude neutre ou additionné de 1 équivalent, 2 équivalents d'acide tungstique. Les sesquititanate, bititanate, trititanate cristallisent : le premier, au sein d'un tungstate très basique, le deuxième dans un tungstate moins basique, le troisième dans un milieu qui se rapproche encore de la neutralité; mais l'agent minéralisateur du titanate est toujours un tung-

---

(1) Ce Travail a été fait au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, août 1887, août 1888.

state plus alcalin que le tungstate neutre, et lorsque la dose d'acide tungstique ajouté au tungstate neutre correspond équivalent pour équivalent à la soude cédée par le titanate, ce n'est plus un titanate acide qui cristallise, mais du rutile.

» *Sesquititanate de soude.* — On chauffe à 800°, pendant une dizaine d'heures, 5 parties de tungstate neutre de soude avec le mélange préalablement fondu de 1 partie d'acide titanique et de 2 parties de carbonate de soude. La masse refroidie est épuisée par l'eau qui dissout le tungstate alcalin et laisse le titanate sous forme de prismes courts, tantôt hyalins, tantôt d'un blanc laiteux.

» Ces prismes agissent sur la lumière polarisée; ils paraissent posséder la symétrie clinorhombique et portent des mâcles répétées à la façon des feldspaths.

» Ils sont insolubles dans l'eau, ils se dissolvent dans l'acide chlorhydrique lentement à froid, plus rapidement à l'ébullition.

» L'analyse a donné pour leur composition :

	Trouvé.	Calculé pour	
Acide titanique	65,2	$3TiO^2$......	66,5
Soude..............	34,7	$2NaO$......	33,5
	99,9		100,0

» *Bititanate de soude.* — On chauffe 20 parties de tungstate neutre et 5 parties d'acide tungstique, avec le mélange préalablement fondu et finement pulvérisé de 4 parties d'acide titanique et 8 parties de carbonate de soude.

» Le tungstate alcalin éliminé par l'eau, il reste des cristaux qui rappellent par leur forme ceux du sesquititanate; mais ils sont rarement entiers et toujours très fissurés, comme s'ils avaient subi un changement de forme pendant le refroidissement.

» Ces cristaux sont insolubles dans l'eau; ils résistent longtemps à froid, peu de temps à chaud à l'action dissolvante de l'acide chlorhydrique.

» L'analyse a donné pour leur composition :

	Trouvé.	Calculé pour	
Acide titanique	71,9	$2TiO^2$......	72,5
Soude..............	28	NaO.......	27,5
	99,9		100,0

» *Trititanate de soude.* — On chauffe 10 parties de tungstate neutre de soude, 5 parties d'acide tungstique et le mélange préalablement fondu de 2 parties d'acide titanique et de 4 parties de carbonate de soude.

» L'eau dégage de la masse refroidie de longues aiguilles très biréfringentes. Ces aiguilles lorsqu'elles sont très minces, produisent l'extinction longitudinale qui toutefois ne peut plus être observée, lorsque l'épaisseur du cristal devient notable.

» Le trititanate est presque insoluble dans l'acide chlorhydrique bouillant; dans l'acide sulfurique chaud, il se dissout un peu plus facilement que l'acide titanique.

» L'analyse a donné pour sa composition :

	Trouvé.		Calculé pour
Acide titanique.....	80,0	$3TiO^2$......	79,9
Soude..............	19,8	NaO	20,1
	99,8		100,0

» La méthode qui m'a permis d'éliminer successivement la soude d'un titanate basique ne permet pas de fixer de l'alcali sur les titanates acides; ces derniers paraissent stables dans des tungstates plus alcalins que ceux mêmes au sein desquels ils ont pris naissance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un propylamidophénol dérivé du camphre.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Nous sommes parvenu, par transformations successives, à produire un propylamidophénol non encore décrit, en partant du camphre, résultat qui confirme la présence du groupe propyle ou isopropyle dans ce corps, point que contestent quelques chimistes.

» En traitant le camphre monochloré par l'acide sulfurique, nous avons obtenu une sulfone $C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O$ et son isomère $C^9H^{12}(SO^3H)(OH)O$, avec perte de méthyle, se dégageant à l'état de chlorure de méthyle. En traitant cette sulfone et son isomère par l'acide azotique légèrement additionné d'eau, on les transforme en une nitrocétone $C^9H^{11}(AzO^2)O$ déjà décrite (¹).

» Nous venons de reconnaître que cette nitrocétone, sous l'influence de l'étain et de l'acide chlorhydrique, donne un dérivé amidé en même temps que le CO se transforme en COH phénolique par migration atomique dans le groupe $\left\langle\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$, qui devient $\begin{matrix} COH \\ \| \\ CH \end{matrix}$ (²). Le corps obtenu correspond à la formule

$$C^6H^3(C^3H^7)(OH)(AzH^2),$$

sans que nous soyons absolument fixé sur la position relative des groupements substitués.

(¹) *Comptes rendus,* 4 avril 1892; 7 mai 1892.

(²) Nous avons déjà signalé un fait analogue pour le camphre nitré.

» Pour l'obtenir, on fait bouillir au sein de l'eau, avec un excès d'étain et de HCl, la nitrocétone, que nous avons nommée provisoirement *améthyl-camphonitrocétone*, pour rappeler ses origines. L'attaque est assez lente en raison de la faible solubilité du corps dans l'eau. Par simple refroidissement du liquide encore acide, chargé de chlorure stanneux, il se dépose de magnifiques aiguilles et lames nacrées qui peuvent atteindre plusieurs centimètres de longueur lorsqu'on opère sur une certaine quantité de matière. Ces cristaux essorés, mis en dissolution dans l'eau tiède, sont traités par l'hydrogène sulfuré, qui précipite un peu d'étain. La liqueur évaporée donne le chlorhydrate pur d'une nouvelle base répondant à la formule $C^9H^{10}(AzH^2)(OH), HCl$.

» Pour obtenir la base pure on dissout dans l'eau le chlorhydrate, qu'on précipite par l'ammoniaque. On obtient une masse blanche hémicristalline brunissant peu à peu à l'air par oxydation. On lave rapidement à la trompe, on fait sécher dans le vide et l'on fait cristalliser plusieurs fois dans le benzène. On obtient ainsi une cristallisation d'aspect lamellaire constituée au microscope par de fines aiguilles enchevêtrées.

» Cette base est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et le benzène. Elle fond à 122° en se décomposant légèrement. Elle bout vers 260° et distille partiellement sans décomposition. Elle se dissout dans les acides et les alcalis; les solutions alcalines sont très oxydables et se colorent en jaune brun.

» La solution alcoolique se colore en rouge vineux par le perchlorure de fer. La solution aqueuse du chlorhydrate donne une coloration rouge intense avec le perchlorure de fer et formation d'un précipité.

» L'anhydride acétique donne rapidement un dérivé acétylé qui est insoluble dans les alcalis et ne rougit plus le perchlorure de fer.

» Ce sont là les caractères d'un corps phénolique. Nous retrouvons ce caractère phénolique dans la réaction suivante : en traitant ce corps amidé par un mélange d'acide sulfurique concentré et d'alcool, puis ajoutant la quantité théorique d'une solution aqueuse de nitrite alcalin, on obtient un corps ayant tous les caractères d'un phénol, ce qui prouve la préexistence d'un COH phénolique. La réaction employée a dû substituer un H à AzH^2.

» L'acide sulfurique additionné d'acide azotique (1 goutte de AzO^3H dans 1^{cc} de SO^4H^2) donne avec cette base une coloration rouge vif.

» Une solution aqueuse d'acide picrique, ajoutée à la solution chlorhydrique de la base, donne promptement un magnifique picrate qui se précipite, peu soluble, cristallisé en belles aiguilles correspondant à la formule

$$C^9H^{10}(AzH^2)OH, \qquad C^6H^2(AzO^2)^3OH.$$

» Le ferrocyanure de potassium donne également un ferrocyanure cristallisé peu soluble dans l'eau, mais qui s'altère peu à peu.

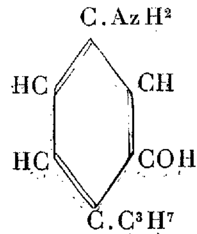
» Le chlorure de platine donne un chloroplatinate insoluble, de couleur marron, qui est très oxydable, comme les chloroplatinates des amidophénols.

» L'hydroxylamine, aussi bien que la phénylhydrazine, ne réagissent pas, essayées dans des conditions variables.

» Enfin nous avons chauffé dans un courant d'hydrogène avec un excès de poudre de zinc 40^{gr} à 50^{gr} de substance. Nous avons obtenu environ 4^{cc} d'un liquide bouillant sensiblement de 150° à 156°. L'analyse élémentaire nous a donné des chiffres correspondant à la formule C^9H^{12}.

» Le cumène bout à 151°, le propylbenzène à 157°. Notre liquide, sans être pur, se confond avec ces hydrocarbures et non pas avec les isomères bouillant au delà de 160°.

» Notre base est un propylamidophénol correspondant à la formule $C^6H^3(C^3H^7)(AzH^2)(OH)$, corps encore inconnu, dont la constitution, déduite de l'enchaînement des réactions, correspond sans doute au schéma



» Nous concluons de cette étude que le camphre a bien pour noyau fondamental le paracymène. Cet hydrocarbure est formé aux dépens du camphre, sous l'influence du sulfure de phosphore, de l'anhydride phosphorique, etc.

» Nous avons suivi une autre voie plus ménagée, progressive en quelque sorte. Le camphre monochloré abandonne d'abord son méthyle à l'état de chlorure de méthyle, sous l'influence de l'acide sulfurique avec formation de sulfoconjugués que la nitrification, puis l'amidification transforment en un propylamido-phénol réduit lui-même par la poudre de zinc en propylbenzène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la matière colorante du pollen.* Note de MM. G. **Bertrand** et G. **Poirault**, présentée par M. Friedel.

» La carotine $C^{26}H^{38}$ ([1]), substance à laquelle les carottes doivent leur couleur, et qu'on retrouve à côté de la chlorophylle dans les organes verts de tous les végétaux ([2]), est aussi, comme nous l'avons reconnu, la matière colorante des pollens jaunes ou orangés.

» C'est dans l'huile épaisse, souvent réunie en gouttelettes, qui recouvre la surface de ces grains que toute la carotine est rassemblée. Elle lui doit la propriété de se colorer en bleu indigo par l'acide sulfurique, tandis que la membrane du grain, plus ou moins cutinisée, jaunit seulement par ce réactif.

» Après avoir constaté ce caractère sur des pollens jaunes ou orangés d'origines diverses, à l'exclusion toutefois des pollens secs (Urticées, Graminées, etc.) qui doivent leur couleur jaune pâle à la cutinisation de leur membrane externe, nous avons établi l'identité de la matière colorante avec la carotine.

» Nous nous sommes servis, pour ces recherches, du pollen de *bouillon blanc* (*Verbascum thapsiforme* L.); la plante est abondante et ses volumineuses anthères contiennent un pollen fortement coloré. Six mille de ces anthères, soigneusement séparées de boutons floraux un peu avant leur épanouissement, ont été desséchées dans le vide et traitées par du pétrole très volatil : l'huile colorante s'est dissoute aussitôt, laissant les grains presque incolores, comme ceux des pollens secs.

» La solution pétrolique, rapidement évaporée à la température ordinaire, abandonne un résidu graisseux, rouge orangé, devenant bleu indigo au contact de l'acide sulfurique. Ce résidu donne, avec le pétrole, l'éther, l'alcool ou le benzène, des dissolutions jaunes; avec le sulfure de carbone, une liqueur rouge sang. Celle-ci, étant ramenée à une coloration correspondant à celle d'une solution de carotine à $0^{gr},003$ par litre, ce qu'on apprécie au colorimètre, et examinée au spectroscope, sous une épaisseur de $0^{m},02$, donne un spectre exactement superposable avec celui de la carotine pure ([3]), examinée dans les mêmes conditions. On observe une absorption des

---

([1]) Arnaud, *Recherches sur la composition de la carotine* (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1119).

([2]) Arnaud, *Recherches sur les matières colorantes des feuilles* (*Comptes rendus*, t. C, p. 756) et *Recherches sur la carotine* (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 911).

([3]) Extraite de la carote et mise à notre disposition par M. le professeur Arnaud, que nous sommes heureux de remercier ici.

radiations les plus réfrangibles, à partir du vert moyen, avec deux maximums très nets, correspondant : le premier à la raie *b*, le second à la raie F.

» La cristallisation de la carotine du pollen étant rendue impossible par l'abondance des matières grasses, nous avons préparé son iodure $C^{26}H^{38}I^2$ (1), en opérant dans des conditions qui rendent particulièrement sensible la production de ce composé.

» Il suffit d'ajouter une solution récente d'iode dans le pétrole, à une solution également pétrolique de carotine, pour voir se déposer une poudre d'un vert intense, presque noire, même quand on emploie des liqueurs ne contenant qu'un décigramme de carotine par litre. Si l'on n'a pas mis un excès de réactif, le précipité est du biodure de carotine.

» Une petite quantité de cet iodure, provenant du pollen de *Verbascum*, a été calcinée avec de la chaux, pour y doser l'iode. Voici les résultats de cette analyse :

Matière.	Iode trouvé.	Iode calculé.
$0^{gr},029$	$11^{mg},3$	$12^{mg},1$

» Cet iodure est facilement altérable. Inodore au moment de sa préparation, il dégage bientôt à l'air une odeur comparable à celle du rhizome d'iris desséché ou de la violette, odeur qui se retrouve aussi dans le produit d'oxydation spontanée de la carotine.

» Comme le démontre suffisamment la coloration bleue par l'acide sulfurique, étant données les expériences précédentes, c'est la carotine qui teint les gouttelettes huileuses, apparues de bonne heure dans l'assise nourricière du pollen. Peu abondante au début, elle augmente ensuite rapidement, et forme, à la maturité, une partie notable de l'enduit pollinique. Nous pouvons citer, à l'appui de ce dernier fait, les dosages suivants :

» Cent anthères de *Verbascum thapsiforme*, pesant $0^{gr},466$ à l'état frais, et $0^{gr},118$ après dessiccation, contiennent $8^{mgr},22$ de matières grasses et $0^{mgr},54$ de carotine (évaluée par la méthode colorimétrique) (2). Le dosage des matières grasses étant probablement un peu fort, on peut dire qu'il y a *au moins* 6,6 pour 100 de carotine dans les gouttelettes qui sont à la surface du pollen de *Verbascum*. C'est une quantité relativement considérable, comparée à celle des feuilles les plus riches (vigne, chanvre, pomme de terre, etc.), où M. Arnaud a trouvé environ 2^{gr} de carotine par kilogramme de feuilles sèches.

» Si l'on monte dans la glycérine, pour l'examen microscopique, des

(1) Arnaud, *loc. cit.*

(2) Arnaud, *Dosage de la carotine* (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1296).

grains de pollens riches en huile à carotine, on voit, au bout de quelques jours, les gouttelettes se décolorer, tandis qu'il se dépose dans leur intérieur de petits cristaux rouge orangé intense ([1]). Ces cristaux ne sont pas de la carotine; ils sont formés par un corps gras spécial, ou peut-être de la cholestérine, dont l'huile était sursaturée.

» Si le rôle physiologique de la carotine est encore inconnu, il ne paraît pas douteux que ce rôle soit différent dans les feuilles ([2]) et à la surface du pollen. L'enduit oléagineux qui recouvre les grains favorise, comme on sait, le transport du pollen par les insectes. Il nous paraît vraisemblable, que par l'odeur de son produit d'oxydation spontanée, la carotine attire ces animaux, dont l'odorat est remarquablement développé, et qu'elle contribue ainsi, d'une manière indirecte, à la fécondation. Mais c'est une hypothèse que nous ne présentons qu'avec la plus grande réserve, jusqu'à ce que l'expérience ait déterminé la part de vérité qu'elle comporte ([3]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction du grenat mélanite et du sphène.* Note de M. **L. Michel**, présentée par M. Friedel.

« Au cours de recherches relatives à l'action que certains réducteurs exercent au rouge sur les fers titanés ([4]), nous avons obtenu quelques substances bien cristallisées, et entre autres le grenat mélanite, le sphène et le sous-sulfure de fer Fe^4S^3.

» Nous allons indiquer sommairement les conditions dans lesquelles ces substances ont pris naissance, et montrer que les deux premières possèdent les propriétés qui caractérisent leurs similaires naturels.

» On mélange intimement : fer titané, 10 parties; sulfure de calcium, 10 parties; silice, 8 parties; charbon, 2 parties.

» On chauffe ce mélange, dans un creuset de graphite, à une tempéra-

---

([1]) On observe aussi ce phénomène avec les spores de certaines Urédinées (*Coleosporium pulsatilla* Strauss, *Col. euphrasix* Schum., *Melampsora œcidioides* D. C.) qui contiennent probablement de la carotine, d'après les essais que nous poursuivons.

([2]) Arnaud, *loc. cit.*

([3]) Laboratoires de Chimie et de Botanique, au Muséum.

([4]) Les fers titanés soumis à l'expérience contenaient de 35 à 40 pour 100 d'acide titanique.

ture voisine de 1200°, pendant cinq heures environ, puis on abandonne le tout à un refroidissement aussi lent que possible. Après refroidissement, on trouve un culot d'un gris noirâtre, à texture poreuse, parsemé de géodes que tapissent des cristaux de grenat mélanite, de sphène et de sous-sulfure de fer et de quelques autres substances qui ne présentent aucun intérêt. La partie inférieure du culot est composée de sous-sulfure de fer contenant quelques grenailles de fer carburé.

» I. Les cristaux artificiels de grenat mélanite obtenus dans ces conditions paraissent identiques aux cristaux naturels. Ils sont, comme ces derniers, d'un brun foncé, à éclat vitreux, fusibles en un verre noir magnétique, et affectent la forme de dodécaèdres rhomboïdaux. Leur dureté est de 7; leur densité de 3,8. Ces cristaux offrent une grande netteté; ils ont, en moyenne, $0^{mm},5$ de diamètre.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

Silice	36,45
Oxyde ferrique	29,80
Chaux	32,65
	98,90

» II. Le sphène artificiel se présente en prismes clinorhombiques allongés suivant l'arête $h^1 g^1 (100)(010)$. Nous avons trouvé

$$mm(110)(1\bar{1}0) = 113°26';$$

la valeur de cet angle est 113°31′ dans les cristaux naturels. Les cristaux artificiels atteignent 4^{mm} dans leur plus grande dimension; ils offrent une biréfringence énergique avec caractère positif; le plan des axes optiques est dans $g^1 (010)$. Ils sont d'un brun rougeâtre, translucides, à éclat adamantin, fusibles avec bouillonnement. La dureté est de 5, la densité de 3,4.

» L'analyse a donné :

Silice	32,10
Acide titanique	40,00
Chaux	27,14
Oxyde ferrique	traces
	99,24

» Nous devons rappeler que ces deux substances minérales ont déjà été

reproduites : le grenat mélanite par Klaproth ([1]), von Kobell ([2]) et par MM. Fouqué et Michel Lévy ([3]); le sphène par Ebelmen et par M. Hautefeuille ([4]).

» Nous demandons la permission d'ajouter que notre mode opératoire ne présente aucune analogie avec les procédés employés par ces savants, et que la reproduction simultanée du grenat mélanite et du sphène n'avait pas été réalisée jusqu'ici.

» III. Le sous-sulfure de fer se montre en petits sphéroïdes à surface hérissée de pointes cristallines qui offrent les plus grandes analogies avec celles que l'on observe sur certains échantillons de marcasite. Les cristaux se prêtent difficilement à l'étude cristallographique, à cause des nombreuses stries que portent les facettes; néanmoins nous sommes arrivé à faire quelques mesures goniométriques qui nous conduisent à supposer que ces cristaux appartiennent au système orthorhombique.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour Fe^4S^3.
Soufre	30,12	30
Fer	69,85	70

» Quant aux autres propriétés, elles sont identiques à celles qu'ont décrites MM. A. Gautier et Hallopeau qui ont récemment découvert ce composé ([5]).

» Nous ferons connaître, dans une prochaine Note, les résultats que nous avons obtenus en chauffant, à une température élevée, le fer titané en présence de la pyrite de fer ([6]). »

CHIMIE. — *Sur le pouvoir rotatoire des solutions.* Note de M. G. **Wyrouboff**, présentée par M. Mallard.

« Le pouvoir rotatoire des corps dont la symétrie cristalline a été détruite par la solution, est un des phénomènes les plus curieux et les moins

---

([1]) *Journal Pharm.*, t. LII, p. 322; 1801.
([2]) Karstner, *Arch. Nat.*, t. V, p. 313; 1825.
([3]) *Bull. Soc. minér.*, t. II, p. 108; 1880.
([4]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, p. 129.
([5]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 806; 1889.
([6]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

connus de la Physique. Après un demi-siècle de patientes recherches, on en est au point où l'on en était après les mémorables recherches de Biot, qui ont montré que le pouvoir rotatoire des corps dissous était soumis aux mêmes lois que le pouvoir rotatoire des corps cristallisés, la déviation du plan de polarisation étant proportionnelle à l'épaisseur et à peu près inversement proportionnelle au carré de la longueur d'onde.

» Malgré un nombre considérable de mesures faites sur les substances les plus diverses et dans les conditions les plus variées, on n'a pu découvrir aucune loi nouvelle, même grossièrement approximative, aucun rapport numérique d'ordre quelconque, pouvant servir de point de départ à la recherche des conditions particulières propres au phénomène. On sait seulement, d'une façon générale, que le pouvoir rotatoire d'un corps actif varie parfois énormément, lorsque ce corps se combine avec un autre corps inactif par lui-même; qu'il varie aussi avec les liquides inactifs employés, avec la concentration, enfin, avec la température. A toutes ces anomalies si singulières, on n'a trouvé jusqu'ici aucune explication.

» Cette insuffisance de nos connaissances tient à ce que cet ordre de phénomènes, aussi bien dans les corps cristallisés que dans les corps dissous, appartient à la Physique moléculaire, non à la Chimie.

» Pour le pouvoir rotatoire des substances cristallisées, cela n'est plus douteux, depuis que M. Mallard en a donné la théorie complète et depuis que j'ai réussi à confirmer expérimentalement cette théorie. Pour le pouvoir rotatoire des solutions, cela n'est que grandement probable, et j'ai essayé de le démontrer directement.

» Nous ne savons, il est vrai, en aucune façon, à quel état les corps se trouvent en solution. Sont-ils à l'état de particules physiques complexes et déjà pourvues d'une certaine symétrie? Sont-ils à l'état de molécules chimiques ou même, comme on tend à le croire actuellement, dissociés en leurs éléments?

» Mais ces questions sont intimement liées à la question du pouvoir rotatoire et peuvent, comme je vais le montrer, être examinées simultanément.

» Prenons, par exemple, la *strychnine* qui est fortement lévogyre avec $[\alpha]_j = -132^\circ$. Lorsqu'elle se combine à l'acide sulfurique, elle forme un sel neutre dont le pouvoir rotatoire à l'état anhydre n'est plus que $[\alpha]_j = -30^\circ,5$. La stéréochimie, qui ne peut prévoir cette énorme diminution de l'activité optique, l'explique après coup d'une façon très ingénieuse. Elle suppose que dans la molécule de strychnine les poids des atomes ou groupes d'atomes

sont inégalement distribués par rapport à un certain plan de symétrie. La molécule d'acide sulfurique venant se placer du côté le moins chargé tend à rétablir l'équilibre, et, par conséquent, à diminuer l'activité optique.

» Si cette explication était exacte, il faudrait que le pouvoir rotatoire diminue lorsque la molécule SO^4H^2 est remplacée par une molécule plus lourde, SeO^4H^2, par exemple.

» Le sulfate et le séléniate de strychnine ont deux hydrates, et dans les deux, les sels sont isomorphes. Pour les deux hydrates l'observation donne

(1) $(C^{21}H^{22}Az^2O^2)^2\ SO^4H^2, 6H^2O$: $[\alpha]_j = -27°,4$,
(2) $(C^{21}H^{22}Az^2O^2)^2\ SeO^4H^2, 6H^2O$: $[\alpha]_j = -26°,9$,
(1) $(C^{21}H^{22}Az^2O^2)^2\ SO^4H^2, 5H^2O$: $[\alpha]_j = -15°,6$,
(2) $(C^{21}H^{22}Az^2O^2)^2\ SeO^4H^2, 5H^2O$: $[\alpha]_j = -17°,2$.

» Le même fait se présente pour la *cinchonine* appartenant à un tout autre ordre d'alcaloïdes, très fortement dextrogyre ($[\alpha]_j = +234°$) et dont les sulfate et séléniate neutres présentent identiquement les mêmes formes cristallines et presque identiquement les mêmes propriétés optiques. J'ai trouvé, en dissolvant les deux sels dans l'alcool, dont ils prennent une molécule en cristallisant,

(1) $(C^{19}H^{22}Az^2O)^2\ SO^4H^2, C^2H^6O$: $[\alpha]_j = +185°,0$,
(2) $(C^{19}H^{22}Az^2O)^2\ SeO^4H^2, C^2H^6O$: $[\alpha]_j = +182°,5$.

» On trouve une nouvelle confirmation dans l'étude d'une tout autre classe de substances isomorphes. L'isomère de la quinine, la *quinidine*, considérée comme anhydre, a un pouvoir rotatoire :

Dans l'alcool éthylique......... $[\alpha]_j = +268°,6$
Dans l'alcool méthylique....... $[\alpha]_j = +257°,5$

» Cette différence, produite par des solvants parfaitement inactifs, chimiquement et optiquement, était tout à fait inexplicable. La raison en est pourtant bien simple. La quinidine ne cristallise jamais à l'état anhydre ; elle prend toujours, comme l'a montré M. Mylius, une molécule des alcools dans lesquels on la dissout, donnant des cristaux absolument isomorphes entre eux.

» Il faut donc rapporter le pouvoir rotatoire spécifique non plus à la quinidine anhydre qui n'existe pas dans la solution alcoolique, mais à la quinidine cristallisée, c'est-à-dire contenant une molécule d'alcool.

» On a ainsi

(1) $(C^{20}H^{24}Az^2O^2), CH^4O : [\alpha]_j = + 236^\circ,1,$

(2) $(C^{20}H^{24}Az^2O^2), C^2H^6O : [\alpha]_j = + 235^\circ,3.$

» L'influence chimiquement inexplicable des dissolvants s'explique donc aussi simplement que possible.

» Tous ces faits particuliers se résument en une formule générale très simple :

» *Les corps géométriquement et optiquement isomorphes ont en solution des pouvoirs rotatoires spécifiques très sensiblement identiques.*

» On tire de là deux conclusions très importantes :

» 1. Le pouvoir rotatoire des corps dissous, comme le pouvoir rotatoire des corps cristallisés, est un phénomène d'ordre réticulaire qui dépend de la symétrie propre au réseau cristallin.

» 2. La particule qui se trouve en solution conserve cette symétrie, et comme cette symétrie dépend non seulement de la molécule chimique, mais encore de l'eau de cristallisation ou de ce qui la remplace, il n'y a point dissociation dans la solution, encore moins séparation en éléments électrolytiques qu'on désigne sous le nom de *ions*.

» Ces conclusions me paraissent établir le terrain solide qui manquait jusqu'ici à l'étude de cette question. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone.* Note de M. L. de Saint-Martin (1).

« Pour étudier quantitativement le mode d'élimination de l'oxyde de carbone, il faut d'abord faire pénétrer dans le sang de l'animal soumis à l'expérience un volume rigoureusement déterminé du gaz toxique. Jusqu'à présent, on a eu recours à la transfusion du sang défibriné et oxycarboné, emprunté soit au sujet lui-même, soit à un animal de la même espèce (2).

» J'ai abandonné ce procédé, parce qu'il ne permet d'introduire dans le sang qu'une quantité minime d'oxyde de carbone. J'ai préféré faire respirer au moyen d'une canule fixée dans la trachée, aux lapins sur lesquels

(1) Voir *Comptes rendus,* 25 mai 1891 et 2 mai 1892.

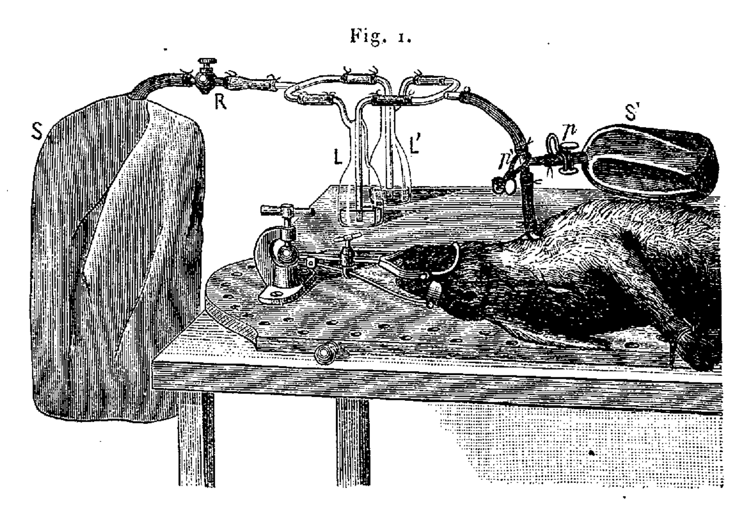
(2) Gréhant, *Comptes rendus,* 1886. — C. Kreiss, *Pflüger's Arch.*, 1881.

j'ai expérimenté, un mélange titré d'oxygène et d'oxyde de carbone (oxygène 2^{lit}, oxyde de carbone 70^{cc}).

» Ce mélange, préparé en proportions exactement connues dans un petit sac de caoutchouc, est respiré par l'animal pendant quinze à vingt minutes. Après l'inhalation, l'oxyde de carbone restant dans le sac est dosé et l'on a par différence celui qui a été absorbé par le sang.

» Le sujet respire ensuite et successivement (*fig.* 1) dans trois sacs de caoutchouc, renfermant chacun 6^{lit} d'oxygène et maintenus, à tour de rôle, une heure en communication avec ses poumons, par l'intermédiaire de deux laveurs garnis de potasse, formant soupapes de Muller, et absorbant l'acide carbonique exhalé.

Fig. 1.



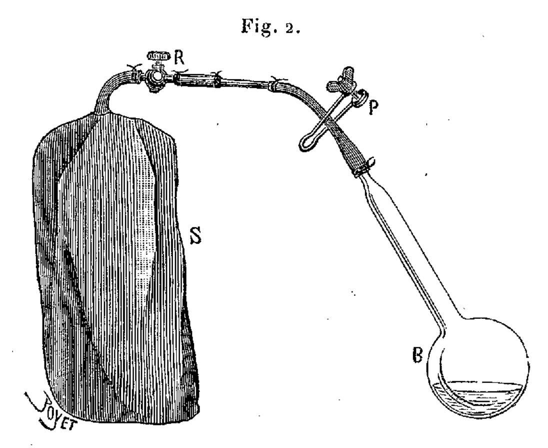
» Pour ne rien perdre des produits expirés, on fait respirer le lapin dans un cinquième petit sac auxiliaire S', contenant 1^{lit} d'oxygène, pendant les quelques secondes nécessaires au remplacement d'un des sacs par le suivant. A la fin de l'expérience, le contenu de ce petit sac est réuni à celui du premier sac renfermant le mélange toxique. Après la dernière inhalation d'une heure dans le troisième sac, l'animal est sacrifié par l'ouverture d'une carotide. Son sang est recueilli et défibriné pour être soumis à l'analyse. On prend soin de faire repasser, dans chacun des trois sacs ayant reçu les produits expirés, le contenu gazeux des deux soupapes de Muller correspondantes.

» Finalement, on dose l'oxyde de carbone dans les quatre sacs, en observant la marche suivante : chacun d'eux est mis en rapport avec un ballon B (*fig.*2) d'une capacité de 1200^{cc} environ, contenant $0^{lit},5$ d'une solution récente et concentrée d'hydrosulfite de soude, et vidé d'air à la trompe à eau. Le robinet R étant ouvert et la pince P desserrée, l'oxygène se précipite dans le ballon ; on l'absorbe en imprimant à ce dernier un mouvement d'agitation continue. Le sac se vide peu à peu ; on cesse d'agiter quand ses parois sont strictement accolées et que le tube de caoutchouc qui le relie au robinet s'aplatit sous la pression atmosphérique.

» Serrant à ce moment la pince, on sépare du sac le ballon B ; on adapte, sur le

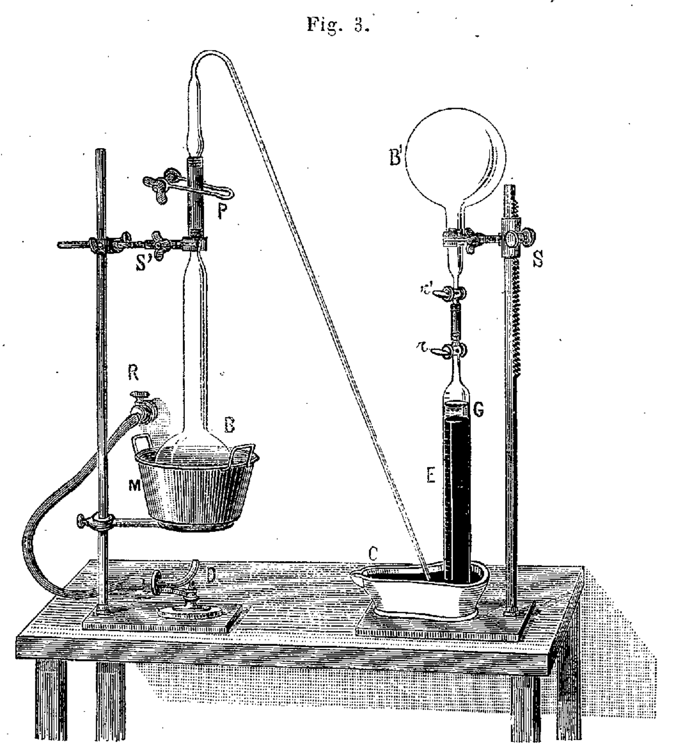
caoutchouc épais qui le surmonte, un tube à dégagement long de $0^m,80$ et l'on monte l'appareil représenté (*fig.* 3) dont l'usage se comprend aisément.

Fig. 2.



» En portant à l'ébullition le liquide contenu dans le ballon B, chauffé par l'intermédiaire d'un bain de solution saturée de chlorure de calcium, on chasse dans l'éprou-

Fig. 3.



vette E le résidu gazeux du sac ayant échappé à l'absorption et on l'aspire, au fur et à mesure, par un simple jeu des robinets r, r' dans le ballon B' préalablement vidé d'air à la trompe.

» L'éprouvette à robinet E, placée sur la cuve à mercure, reçoit 10^{cc} à 15^{cc} de lessive des savonniers, destinée à absorber l'acide sulfureux qui se dégage fréquemment à la fin de l'opération (couche G).

» Tous les gaz ayant été aspirés dans le ballon B', il ne reste plus qu'à doser l'oxyde de carbone qu'il renferme, en suivant à la lettre les indications que j'ai données précédemment. Les résultats obtenus dans une série d'expériences d'essais ont encore été plus satisfaisants que ceux déjà publiés, ce qui tient à l'absence d'oxygène et à l'emploi d'une dose légèrement supérieure de réactif cuivreux.

» Ayant réparti entre trois sacs $69^{cc},11$ d'oxyde de carbone pur, savoir : 1° $56^{cc},87$ dans 2^{lit} d'oxygène; 2° $8^{cc},07$ dans 4^{lit}; 3° $4^{cc},17$ également dans 4^{lit}, j'ai retrouvé : 1° $56^{cc},48$; 2° $8^{cc},05$ et 3° $4^{cc},19$ de CO par l'analyse, en tout $68^{cc},72$ ou 99,4 pour 100.

» Mes expériences ont porté sur quatre lapins, mais je ne rapporterai ici que les deux suivantes qui sont absolument complètes.

» L'oxyde de carbone était extrait, au moyen de la trompe de Sprengel, du sang additionné de son volume d'une solution saturée d'acide tartrique. Des essais directs m'ont démontré qu'on retrouve *intégralement*, par ce procédé, l'oxyde de carbone introduit dans le sang. On évaluait la masse totale du sang des lapins au dixième de leur poids, chiffre choisi à dessein notablement trop fort.

Volumes d'oxyde de carbone.	I.	II.
	cc	cc
a. Introduit avec 2^{lit} d'oxygène dans le premier sac......	69,51	67,66
b. Retrouvé dans ce même sac après 15^{m} d'inhalation.....	44,34	44,49
c. Expiré en nature dans le premier sac renfermant 6^{lit} O...	8,78	9,71
d. » deuxième » ...	3,41	4,16
e. » troisième » ...	2,25	0,45
f. Existant en nature dans le sang de l'animal sacrifié....	2,90	3,82
Retrouvé en tout	61,68	62,63
Déficit..........................	7,83	5,03

» Dans l'expérience I, le lapin pesait 1810^{gr}; 60^{cc} de sang ont fourni $0^{cc},70$ d'oxyde de carbone. Le sang renfermait 141^{gr} d'hémoglobine par litre (dosage effectué au spectrophotomètre de Hufner). L'animal avait absorbé $25^{cc},17$ d'oxyde de carbone, sur lesquels $2^{cc},90$ ont été retrouvés, dans le sang, $14^{cc},44$ exhalés en nature, et $7^{cc},83$ éliminés autrement.

» Dans l'expérience II, le lapin pesait 1895^{gr}; 65^{cc} de sang ont fourni $1^{cc},27$ d'oxyde de carbone. Le sang renfermait par litre 137^{gr} d'hémoglobine. L'animal avait absorbé $23^{cc},17$ d'oxyde de carbone, sur lesquels $3^{cc},82$ ont été retrouvés dans le sang, $14^{cc},32$ exhalés en nature et $5^{cc},03$ éliminés autrement.

» Il est donc bien certain que tout l'oxyde de carbone n'est pas exhalé en nature, et qu'une assez notable proportion de ce gaz, qui est relativement plus forte au cas d'empoisonnement moins prononcé, disparaît par le

processus que j'ai indiqué dans mes expériences faites, *in vitro*, sur un mélange de sang oxygéné et de sang oxycarboné, très probablement en se transformant en acide carbonique [1].

» On voit, de plus, que l'élimination en nature, d'abord très forte et prépondérante dans le cas d'une intoxication profonde, décroît très rapidement pour devenir très faible à partir de la troisième heure, malgré la respiration dans l'oxygène pur. A partir d'une certaine teneur du sang en hémoglobine oxycarbonée, 5 à 6 pour 100 environ, l'élimination par destruction chimique du poison paraît prendre le dessus. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fermentations vitales et fermentations chimiques.* Note de MM. **Maurice Arthus** et **Adolphe Huber**, présentée par M. A. Chauveau [2].

« On sait que les phénomènes connus sous le nom de *fermentation* se groupent en deux catégories : les uns sont la conséquence du développement d'êtres vivants (fermentations vitales), les autres peuvent s'accomplir dans des milieux absolument stériles (fermentations chimiques). Le fluorure de sodium, à la dose de 1 pour 100, arrêtant instantanément et définitivement les fermentations vitales (et en général toutes les manifestations vitales), sans suspendre les fermentations chimiques, permet de distinguer les phénomènes de l'un ou de l'autre groupe.

» L'addition de 1 pour 100 de fluorure de sodium préserve les matières organiques de toute putréfaction, même à une température de 40°-45°. Différentes substances fluorées à 1 pour 100, lait, sang, transsudats, urine, bile, œufs battus, fruits, fragments de tissus animaux, salive, pancréas, gélatine, etc., n'ont, après plusieurs mois de séjour à 40°, présenté ni l'odeur, ni les altérations caractéristiques du développement des microbes. Le sucre, dont la disparition dans les milieux organiques est un des premiers phénomènes microbiens qui s'y accomplissent, se conserve en totalité dans les liqueurs fluorées. Ce n'est pas en précipitant les sels de calcium que le fluorure stérilise, car l'oxalate de sodium à 1 pour 100 ne jouit pas de la même propriété; il retarde seulement le début et ralentit la marche de la putréfaction.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 25 mai 1891.

(2) Travail du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

» Le ferment lactique est détruit par le fluorure de sodium à 1 pour 100; il suffit même généralement d'ajouter au lait ou au lactosérum 0,4 pour 100 de fluorure. Le sucre de lait se conserve en totalité dans les liqueurs fluorées.

» Les ferments ammoniacaux de l'urine sont inactifs en présence du fluorure à 1 pour 100. Leur résistance à l'action de ce sel, comme aussi celle du ferment lactique, est moindre que celle des microorganismes de la putréfaction et que celle des moisissures. La teneur en urée de l'urine fluorée est invariable.

» Le fluorure de sodium à la dose de 0,3 pour 100 arrête instantanément la fermentation alcoolique du sucre.

» Le fluorure de sodium à la dose de 1 pour 100 empêche donc le développement des éléments figurés dans les liqueurs et tissus organiques. Des doses inférieures à 1 pour 100 sont même parfois suffisantes pour stériliser complètement et définitivement; mais toujours et, quelque petites que soient les doses employées, on observe un retard dans l'apparition et une diminution dans l'intensité des fermentations vitales.

» Les ferments solubles, invertine, trypsine, émulsine, etc., conservent en présence du fluorure de sodium leur activité. Les produits de fermentation sont les mêmes, que la fermentation s'accomplisse en l'absence du fluorure ou en présence de ce sel. Les sucs digestifs naturels, salive, suc gastrique, suc pancréatique, ou les sucs digestifs de macération conservent en présence du fluorure leurs propriétés normales. Les ferments solubles ne sont pas détruits par le fluorure à 1 pour 100 même à 40° après plusieurs mois.

» La fermentation alcoolique de la saccharose présente deux phases : une interversion du sucre, phénomène chimique, et un dédoublement du sucre interverti, phénomène vital; le fluorure de sodium n'empêche que cette seconde fermentation.

» Le sang peut transformer le glycogène en sucre réducteur, grâce à la diastase qu'il renferme; le fluorure de sodium n'empêche pas cette fermentation.

» Le foie séparé de l'organisme et débarrassé de sang par lavage intravasculaire transforme son glycogène en sucre. Cette transformation se fait en présence du fluorure de sodium à 1 pour 100, c'est-à-dire dans des conditions où la vie des éléments figurés est impossible; la glycogénie hépatique est donc un phénomène de fermentation chimique. D'ailleurs les macérations hépatiques maintenues stériles par le fluorure de sodium con-

servent le pouvoir de transformer le glycogène en sucre pendant des semaines et des mois, c'est-à-dire pendant un temps infiniment plus long que la durée possible de survie des éléments figurés du foie.

» Le sang défibriné ou oxalaté consomme son oxygène et produit du gaz carbonique. Le fluorure de sodium arrête complètement et définitivement ces phénomènes d'oxydation : la nature et la proportion des gaz du sang fluoré demeurent invariables. Les transformations qui s'accomplissent dans le sang non fluoré sont des phénomènes de respiration vitale.

» Les parties vertes des végétaux perdent par l'action du fluorure de sodium la propriété de décomposer le gaz carbonique et de dégager de l'oxygène. La fonction chlorophyllienne est une fonction vitale.

» En résumé, le fluorure de sodium à 1 pour 100 tue tous les êtres vivants, s'oppose au développement des fermentations vitales sans arrêter les fermentations chimiques. Il permet de déterminer la nature d'un phénomène ayant pour siège les milieux organiques et de le rapporter soit à une action vitale, soit à une action diastasique. »

M. A. Gautier, à propos de cette Communication, présente les remarques suivantes :

« Il est peut-être bon de remarquer que l'action nocive des fluorures sur la vie des ferments organisés est connue depuis longtemps, qu'elle est signalée dans des ouvrages classiques, qu'elle a été même utilisée en thérapeutique et que, dans ces dernières années, on a appliqué industriellement l'action des fluorures très étendus à la culture en grand de la levure de bière pure, qu'on débarrasse ainsi des ferments étrangers : butyrique, lactique, etc.

» Quant à la non-influence des fluorures sur les diastases et enzymes, c'est une loi à peu près générale que l'activité de ces ferments solubles n'est pas annihilée par les antiseptiques ou toxiques, quels qu'ils soient. On sait, en particulier, que la pepsine digère la viande en présence de l'alcool, de l'acide salicylique, et même, comme je l'ai montré il y a des années, dans un milieu qui peut contenir jusqu'à 5 pour 100 d'acide cyanhydrique. Il en est de même de l'action de la myrosine, de l'invertine, de l'émulsine, etc., dans leurs fermentations respectives. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence sur l'infection tuberculeuse de la transfusion du sang des chiens vaccinés contre la tuberculose.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. Verneuil (¹).

« Dans une Note présentée à l'Académie (5 novembre 1888), nous avons démontré que le sang des animaux réfractaires à une maladie infectieuse ou immunisés contre elle, étant transfusé ou injecté à des animaux sains, mais infectables par cette maladie, leur conférait l'immunité. De là une méthode nouvelle de vaccination ou d'immunisation, qui a été depuis pratiquée dans des conditions très diverses, par nous et par d'autres, chez les animaux et même chez l'homme (²).

» Nous avons essayé alors d'appliquer cette méthode à la tuberculose; mais, il y a quatre ans, on n'était pas encore fixé sur la manière dont les chiens se comportent vis-à-vis de l'infection tuberculeuse; car la distinction entre la tuberculose aviaire et la tuberculose humaine n'était pas établie. De nombreuses expériences nous ont fait voir que le chien, à peu près rebelle à l'infection par la tuberculose aviaire, est, au contraire, très sensible à l'infection par la tuberculose humaine.

» Sur treize chiens ayant reçu la dose de $0^{cc},1$ de culture par kilogramme, la mortalité a été de 100 pour 100, et la moyenne de la survie a été de 26 jours (maximum 50; miminum 12).

» Chez dix-huit autres chiens, traités ou préparés par des méthodes diverses qui n'ont eu aucun résultat favorable ou funeste, mortalité semblable de 100 pour 100, survie moyenne 32 jours (maximum 69; minimum 14).

» Voilà donc, nombre considérable, trente et un chiens; tous morts avec une survie moyenne de 31 jours. Nous pouvons maintenant, à l'aide de ce point de repère qui, jusqu'à nos expériences, faisait tout à fait défaut, bien apprécier l'influence de tel ou tel traitement sur la marche de la tuberculose humaine expérimentalement transférée au chien.

(¹) Travail du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

(²) Pour la bibliographie des travaux très nombreux consécutifs à notre Note, qui en a été le point de départ, *voir* Héricourt, *Le sérum de chien dans le traitement de la tuberculose* (*Arch. gén. de Méd.*, avril 1892). On verra que l'*hématothérapie* est entrée déjà dans la thérapeutique humaine, bien que les résultats, pour les raisons que nous donnons plus loin, n'en aient pas été aussi favorables qu'on pouvait l'espérer d'abord.

» Alors nous avons constaté que, *si l'on transfuse à des chiens infectés du sang de chiens vaccinés, on ralentit et même on arrête la maladie.*

» Nous avons déjà montré que la tuberculose aviaire vaccine les chiens contre la tuberculose humaine ([1]) (*Comptes rendus*, 14 avril 1892).

» Or le sang de ces chiens vaccinés, étant employé comme procédé de traitement, s'est montré assez efficace, ainsi qu'on va le voir.

» Dans une première expérience (30 juin 1892) nous inoculons la tuberculose humaine à quatre chiens; un chien A témoin meurt le seizième jour; un chien B, vacciné une fois, meurt le cent quatrième jour; deux chiens C et D qui reçoivent, trois jours après l'infection, du sang de chien vacciné, meurent le quatre-vingt-huitième et le cinquante et unième jour.

» L'expérience du 5 août est plus démonstrative.

» Nous inoculons la tuberculose humaine à dix chiens, dont deux, antérieurement vaccinés, vivent encore et sont bien portants.

» Quatre, témoins simples, sont tous morts avec une survie moyenne de trente-deux jours (maximum quarante-sept jours).

» Les quatre derniers ont reçu, le dixième jour de l'infection, une transfusion de sang de chien vacciné. L'un meurt le vingt-deuxième jour; un autre le quarante-troisième jour. Les deux autres, fort malades quand nous leur fîmes la transfusion, sont encore vivants et bien portants, soit cent cinq jours de survie au moins.

» Certes, ce procédé de traitement n'est pas encore irréprochable; mais, espérant pouvoir en préciser les conditions les plus favorables, nous avons seulement voulu, dans cette Note, établir un fait qui nous paraît incontestable : c'est-à-dire l'action salutaire exercée par le sang d'un animal vacciné sur la marche de la tuberculose ([2]). »

BOTANIQUE. — *Sur une espèce nouvelle de Bactérie chromogène, le* Spirillum luteum. Note de M. **Henri Jumelle** ([3]), présentée par M. Duchartre.

« J'ai trouvé la Bactérie qui fait l'objet de cette Note, en analysant, au point de vue microbiologique, des débris de *Sphagnum* recueillis, avec

---

([1]) Entre autres faits, un chien inoculé le 5 décembre 1891 est encore vivant et bien portant aujourd'hui. C'est donc bientôt un an de survie à l'infection par la tuberculose humaine, survie évidemment due à la vaccination préalable.

([2]) Il est prématuré de parler d'une application quelconque à la thérapeutique humaine. Nous avons cependant une observation, malheureusement unique : c'est celle d'un malade tuberculeux, traité depuis dix-huit mois par des injections de sérum de chien tuberculisé : il est en voie de guérison, ou, tout au moins, d'amélioration.

([3]) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

toutes les précautions voulues, dans un sol tourbeux, à $0^m,05$ environ de profondeur; je l'ai obtenue à l'état isolé en soumettant, pendant dix minutes, à 100°, du bouillon de veau peptonisé dans lequel avaient été jetés quelques-uns de ces fragments de mousses en voie de décomposition. Laissé ensuite à la température du laboratoire (15° environ), le bouillon de veau, qui avait été ainsi exposé à la température d'ébullition de l'eau, a commencé à se troubler au bout de six jours. J'en ai, à ce moment, transporté quelques gouttes sur un certain nombre de plaques de Pétri; dans tous les cas, c'est uniquement l'espèce de Bactérie en question qui s'est développée.

» Lorsqu'on l'ensemence sur gélose nutritive ou sur pomme de terre, cette Bactérie forme des colonies de couleur jaune citron, qui recouvrent peu à peu d'une couche épaisse toute la surface de culture.

» Inoculée en strie sur gélatine, elle donne une étroite bande, également jaune, qui, au bout de sept à huit jours à 15°, commence à liquéfier la gelée. En piqûre, elle se développe très peu le long du canal; à la surface seulement, elle forme un disque jaunâtre; à l'intérieur, la ligne d'ensemencement n'est visible que par une mince traînée blanchâtre. La matière colorante ne se produit, par suite, qu'en présence d'oxygène. Au reste, lorsqu'on délaye dans de la gélatine encore liquide, avant complet refroidissement, un peu de la semence, et qu'on recouvre ensuite la surface d'une couche d'huile stérilisée, on n'observe jamais le moindre développement dans la gélatine solidifiée : la Bactérie est donc essentiellement aérobie.

» Elle peut vivre sur un milieu complètement dépourvu d'azote. Quand, en effet, on la cultive sur de l'empois d'amidon, additionné de sulfate de magnésie, de sulfate de soude, de tartrate de potasse et de phosphate de chaux en proportions convenables, on obtient au bout de quelques jours, à 15°, une mince couche jaunâtre, et la liqueur de Fehling indique qu'il y a eu formation de glucose.

» Les acides exercent une action assez rapidement défavorable; le micro-organisme se développe encore, il est vrai, sur de la gélatine et sur de la gélose acidifiées au millième avec l'acide tartrique, mais le développement est très retardé. Il est plus rapide sur gélatine légèrement alcaline que sur gélatine neutre. La Bactérie, d'autre part, acidifie peu à peu le milieu.

» Si, à la gélatine ou à la gélose nutritives, on ajoute 0,5 pour 100 de lysol ou 0,7 pour 100 d'acide borique, il n'y a plus aucune formation de colonies, quelle que soit la température. L'addition de 0,015 pour 100 de bichromate de potasse ne produit, au contraire, qu'un ralentissement de l'activité de croissance.

» Quelle que soit, d'ailleurs, la substance ajoutée, il est à remarquer que, chaque fois que la Bactérie a pu, à un degré quelconque, se développer, elle a toujours présenté sa coloration jaune citron, aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

» Cette coloration ne se retrouve plus dans le bouillon peptonisé, qu'il y ait, ou non, addition d'acides ou d'antiseptiques. Le liquide se trouble simplement; le dépôt du fond seul est d'un blanc très légèrement jaunâtre.

» Ici, comme sur les milieux solides, la Bactérie ne se développe plus dès qu'on ajoute 0,5 pour 100 de lysol ou 0,70 pour 100 d'acide borique; dans ces conditions, le bouillon est resté clair, même après quinze jours à 25°. Il se trouble assez rapidement, avec 0,015 pour 100 de bichromate de potasse.

» Le micro-organisme végète surtout très facilement dans le lait, qu'il coagule; il forme alors, à la surface, une épaisse couche jaune.

» Je n'ai pu, jusqu'alors, observer aucun développement dans des solutions, au dixième, de sucre de canne, de sucre de lait et de glucose, additionnées des substances minérales suivantes : azotate de chaux, sulfate de magnésie, phosphate de potasse et azotate de potasse.

» Considérée isolément, la Bactérie se présente, le plus ordinairement, sous l'aspect de bâtonnets courbes, très fins, rappelant assez exactement les diverses formes des *Bacilles virgules* cultivés dans le bouillon : tantôt ce sont simplement des arcs plus ou moins incurvés, tantôt des formes en *S*, en ε, etc.

» Sur gélose, où la forme en virgule domine, l'élément est toujours très court : 2 à $3^{\mu},5$ de long sur $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},6$ de large. L'acidité (1 pour 1000) ou la présence de bichromate de potasse à 0,015 pour 100 ne paraissent pas apporter de modifications très sensibles.

» Sur gélatine légèrement alcaline, les différentes formes du Bacille (virgule, arc, *S* ou ε) ont environ de $4^{\mu},5$ à 11 μ de long sur $0^{\mu},7$ de large. Mais elles se raccourcissent déjà notablement sur gélatine neutre ($4^{\mu},5$ à $6^{\mu},5$ de long); et elles deviennent, sur gélatine acide à 0,1 pour 1000, à peu près aussi réduites que sur gélose.

» Sur pomme de terre, les dimensions sont de $2^{\mu},5$ à 6 μ de long sur $0^{\mu},6$ de large.

» De toutes les cultures sur milieux liquides, c'est dans le lait que nous avons toujours trouvé les formes les plus contournées et les plus allongées : elles atteignent de 8 μ à 14 μ de long.

» Dans le bouillon de veau peptonisé neutre, elles ne mesurent que de $1^{\mu},5$ à 7 μ de long sur $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},7$ de large. Les dimensions et l'aspect

sont sensiblement les mêmes dans le bouillon auquel on a ajouté 0,015 pour 100 de bichromate de potasse.

» Sur tous ces milieux que nous venons de citer, solides ou liquides, la Bactérie est mobile ; elle l'est aussi sur l'empois d'amidon additionné de substances minérales sans azote.

» Mais, dans ce dernier cas, l'aspect de l'organisme change complètement; ce ne sont plus des formes incurvées ou contournées, mais de très courts bâtonnets droits, presque aussi larges que longs (1 μ à 2 μ au plus), se rapprochant beaucoup des Coccus. La modification la plus grande que nous ayons jusqu'alors obtenue dans nos cultures sur divers milieux est ainsi celle qui est due à l'absence d'azote combiné.

» Nous nous proposons, au reste, de revenir ailleurs, avec plus de détails, sur les variations morphologiques que l'on observe suivant les conditions différentes de culture, ainsi que sur les propriétés de la matière colorante; nous n'avons voulu ici, pour le moment, que donner les caractères principaux permettant de bien spécifier le microorganisme que nous étudions.

» On voit suffisamment, par ce qui précède, qu'il rentre dans la catégorie des formes que quelques auteurs rapportent encore aujourd'hui au genre *Vibrio*. Par ses différents caractères (aspect, couleur, etc.), il me semble toutefois se distinguer nettement des Bactéries chromogènes à formes courbes, que l'on a jusqu'alors signalées (*Spirillum flavum, flavescens, aureum* Trev.). C'est pourquoi, pensant me trouver en présence d'une espèce nouvelle, je propose de lui donner le nom de *Spirillum luteum*.

» C'est, en résumé, une Bactérie courbe, jaune, mobile, habitant le sol et essentiellement aérobie. Elle liquéfie lentement la gélatine et peut vivre sur un milieu dépourvu d'azote; dans ce dernier cas, elle passe de la forme de Bacille courbe (virgule, arc, *S*, ε, etc.), à une forme presque sphérique, voisine des Coccus. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux Myzostomes parasites de l'*Antedon phalangium (*Müller*) [1]. Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'*Antedon phalangium* héberge deux Myzostomes décrits par M. von Graff sous le nom de *Myzostoma pulvinar* et *Myzostoma alatum*, et qui,

[1] Travail du laboratoire Arago.

tous deux, ont été découverts au cours de l'expédition du *Porcupine*, dans le détroit du Minch. J'ai retrouvé ces deux parasites sur leur hôte habituel, dans les dragages effectués pendant l'été dernier par l'embarcation du laboratoire Arago, ce qui me permet, laissant de côté les détails anatomiques et histologiques, qui trouveront place ailleurs, de faire connaître dès aujourd'hui quelques traits intéressants de l'histoire de ces Myzostomes à peine connus.

» *Myzostoma pulvinar*. — M. von Graff, qui a décrit cette espèce sur un échantillon unique, en a bien caractérisé la forme extérieure; il a fait remarquer la position dorsale de la bouche et de l'orifice cloacal, mais il a dû être induit en erreur par le mauvais état de conservation du spécimen qu'il a étudié, car il signale chez cette espèce l'absence des organes connus, chez les autres Myzostomes, sous le nom de *ventouses*, alors que ces organes sont réellement présents, quoique moins bien développés que chez la plupart des autres espèces.

» Le *Myzostoma pulvinar* ne vit pas sur le disque de l'*Antedon phalangium*, comme le pensait M. von Graff; il habite le tube digestif de son hôte, dans lequel il est enfoncé assez profondément pour être invisible de l'extérieur. Le Myzostome occupe la presque totalité de la première partie du tube digestif de la comatule (œsophage et sac stomacal) et est situé de telle sorte que son extrémité antérieure est tournée vers le pôle aboral. Il s'appuie par sa face ventrale, fortement convexe et portant les dix parapodes, sur l'épithélium digestif de la comatule, tandis que sa face dorsale concave, regardant l'orifice buccal de cette dernière, forme une gouttière qui donne passage aux courants alimentaires, courants qui nourrissent à la fois l'hôte et son parasite. La disposition en gouttière de la face dorsale du *Myzostoma pulvinar* explique comment celui-ci, malgré ses dimensions considérables, n'obstrue pas complètement le tube digestif de la comatule.

» Le *Myzostoma pulvinar*, qui est le premier exemple de Myzostome endoparasite que nous connaissions, est une espèce dioïque à dimorphisme sexuel bien accentué. En cela, comme en d'autres points de son organisation, il se rapproche des Myzostomes cysticoles.

» La femelle est, en dimensions linéaires, quatre fois et demie plus grande que le mâle; elle mesure $4^{mm},5$ de longueur sur une largeur égale. Elle ne présente pas trace de testicules, ni à l'état adulte, ni dans son jeune âge. Comme chez les espèces hermaphrodites, son utérus communique avec l'extérieur par trois conduits, un médian prolongeant directement l'utérus et deux latéraux débouchant dans la partie antérieure du cloaque (rectum).

» Le mâle ne mesure que 1^{mm} de longueur sur $0^{mm},8$ de largeur; il est accroché aux téguments de la femelle sur laquelle il peut se déplacer assez rapidement. Il est aplati, elliptique, rappelant par sa forme les Myzostomes libres. Son tube digestif n'est pas ramifié, mais montre, de chaque côté, les amorces des trois ramifications que présentent tous les autres Myzostomes; sa bouche, située tout près du bord marginal, est ventrale. Il possède deux testicules, un de chaque côté du tube digestif, munis chacun d'un canal déférent débouchant sur la face ventrale.

» Les deux sexes doivent s'associer de très bonne heure, car j'ai observé une jeune femelle de $1^{mm},7$ de longueur qui portait sur son dos un mâle de $0^{mm},7$. Cet individu femelle ne présentait encore aucune trace d'ovaires mais avait déjà la forme caractéristique de l'adulte.

» *Myzostoma alatum*. — Celui-ci vit en parasite sur le disque de l'*Antedon phalangium* et affecte avec son hôte les mêmes rapports que le *Myzostoma glabrum* avec l'*Antedon rosacea;* son anatomie ne diffère pas essentiellement de celle du *Myzostoma glabrum*. Il est comme lui hermaphrodite et, si j'appelle l'attention sur cette espèce, c'est parce que les observations que j'ai pu faire à son sujet permettent d'élever un doute sérieux relativement à l'existence des mâles dits *complémentaires* chez les espèces hermaphrodites. On trouve, en effet, très fréquemment, sur le dos du *Myzostoma alatum*, de soi-disant mâles complémentaires, au nombre de un ou deux, rappelant exactement ceux qui ont été décrits par M. Beard chez le *Myzostoma glabrum* et que M. von Graff avait eu probablement raison de considérer comme des jeunes. Or une série d'observations m'a montré, sans aucun doute possible, que les individus fixés sur le dos du *Myzostoma alatum* hermaphrodite sont de petits Myzostomes de son espèce qui, mâles dans leur jeune âge, avec spermatozoïdes bien développés et conduits déférents pareils à ceux de l'adulte, *grandissent et acquièrent, en grossissant, des ovaires identiques à ceux de l'hermaphrodite qui les supporte,* et cela sans abandonner le dos de ce dernier. Ces soi-disant mâles complémentaires possèdent, d'ailleurs, dès leur jeune âge et alors qu'il n'ont pas trace d'ovaires, des conduits génitaux correspondant aux conduits génitaux femelles des hermaphrodites (fait déjà observé par M. Nansen chez le *Myzostoma giganteum* et le *Myzostoma Carpenteri*).

» Le mâle complémentaire n'existe donc pas, au sens propre du mot, chez le *M. alatum*. Cette espèce est une forme hermaphrodite protérandre chez laquelle les deux glandes génitales, mâle et femelle, coexistent chez l'adulte. Que le jeune mâle, au début de son existence, joue le rôle de mâle complémentaire, c'est possible, mais ce n'est pas prouvé et, dans

tous les cas, son état de mâle n'est que transitoire, nous indiquant, peut-être, que l'hermaphroditisme est un état acquis, chez les Myzostomes, et non un état primitif.

» Je n'ai pas encore la preuve que les mâles complémentaires du *M. glabrum* acquièrent, eux aussi, des ovaires, mais ce que j'ai observé chez le *M. alatum* me porte à le croire.

» En terminant, je ferai remarquer que les quatre espèces de Myzostomes, actuellement connues dans la Méditerranée, nous offrent trois, peut-être même quatre types intéressants, au point de vue de l'organisation sexuelle du genre Myzostome, savoir :

» Type hermaphrodite, *Myzostoma cirriferum*.
» Type hermaphrodite protérandre, *Myzostoma alatum*.
» Type hermaphrodite avec mâle complémentaire (?), *Myzostoma glabrum*.
» Type dioïque avec mâle pygmée, *Myzostoma pulvinar*. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note « Sur les perturbations magnétiques de 1892 et la période solaire ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1892.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série, novembre 1892, t. XXVII. Paris, Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Traité de Chirurgie, publié sous la direction de MM. Simon Duplay et Paul Reclus, t. VIII; par MM. Reclus, Michaux, Segond, Pierre Delbet, Kirmisson. Paris, Masson, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Verneuil.)

Ministère des Travaux publics. École nationale des Ponts et Chaussées. Cours de travaux maritimes. Atlas gr. in-4°.

Théorie du mouvement de Vesta (suite et fin), par M. G. LEVEAU, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris. 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées avec subventions des Ministères de l'Instruction publique et de l'Agriculture aux frais de la Ville, sous la direction de M. le professeur A.-F. MARION, Correspondant de l'Institut. *Zoologie. Travaux du laboratoire de Zoologie marine,* t. IV, fascicule II, juillet 1892. Marseille, Cayer, 1892.

La vie et les œuvres de Théophraste Renaudot, fondateur du journalisme et des consultations charitables, par GILLES DE LA TOURETTE. Paris, 1892.

Mittheilungen der Deutschen mathematischen Gesellschaft in Prag. Wien, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Life histories of north American birds with special reference to their breeding habits and eggs, by CHARLES BENDIRE, captain, U. S. Army (retired). Washington, 1892; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1892.

Madame Mère (Napoleonis mater). Essai historique, par le baron LARREY, de l'Institut de France. Paris, L. Dentu, 1892; 2 vol. gr. in-8°.

Minéralogie de la France et de ses colonies. Description physique et chimique des minéraux, étude des conditions géologiques et leurs gisements, par M. A. LACROIX. Tome I (Ire Partie). Paris, Baudry et Cie, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Esquisses astronomiques. Autres mondes, par AMÉDÉE GUILLEMIN. Paris, G. Carré, 1892; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Faye.)

La grippe. Influenza. Étiologie. Pathogénie, formes cliniques. Traitement. Leçons professées à la Faculté de Médecine de Lyon, par J. TEISSIER, Professeur de Pathologie interne, Médecin de l'Hôtel-Dieu, Lauréat de l'Institut, et recueillies par le Dr HENRI FRENKEL, préparateur du Cours. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Dr Bouchard.)

Nouvelles recherches bactériologiques et expérimentales relatives à la pathogénie de la grippe (Influenza), par TEISSIER, G. ROUX et PITTION. Paris, G. Masson, 1892; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. le Dr Bouchard.)

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER. Paris, Hermann, 1892; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Géologie de la région de Cabrières (Hérault), par P. DE ROUVILLE et A. DELAZE. Montpellier, G. Firmin et Montané, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires, etc. publié par ordre du Ministre de la Guerre. 2e série, t. XIII. Paris, Baudoin, 1892; 1 vol. in-8°.

Les aérostats et l'exploration du continent africain, par LEO DEX et MAURICE DIBOS. Paris, Baudoin, 1892; 1 vol. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. CHARLES LAUTH, administrateur honoraire de la manufacture de Sèvres. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. L. BASSOT. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. E. CASPARI, Ingénieur hydrographe de la Marine, répétiteur de Mécanique à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°.

Observations made during the year 1888 at the United States naval Observatory. Washington, 1892; 1 vol. in-4°.

Meteorological observations and results at the United States naval Observatory, 1888. Washington, 1892; broch. in-4°.

Magnetic observations at the United States naval Observatory, 1891. Washington, 1892; broch. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1892.)

Note de M. *E. Leger*, Dosage volumétrique des alcaloïdes :

Page 732, ligne 16, au lieu de *Journal de Physique et de Chimie*, lisez *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Darboux, en présentant à l'Académie le tome XIV et dernier des « OEuvres de Lagrange », s'exprime en ces termes :

« Ce Volume, dont les matériaux ont été réunis par les soins de M. Ludovic Lalanne, nous donne tout ce que l'on a pu retrouver de la très intéressante correspondance de Lagrange avec Euler, Laplace, Condorcet et quelques autres personnes. MM. Gauthier-Villars et fils ont bien voulu l'enrichir de deux *fac-similé* de l'écriture de l'illustre géomètre. Il tiendra dignement sa place à côté du tome XIII qui contient la correspondance de Lagrange et de d'Alembert et qui a été également publié par les soins de M. Ludovic Lalanne.

» Au moment où se termine, sous ma direction, une importante publication commencée en 1865, c'est-à-dire depuis vingt-sept ans, qui a servi

de modèle à une foule d'autres, et qui honore grandement la maison Gauthier-Villars, je tiens essentiellement à rappeler que c'est mon excellent maître, M. J.-A. Serret, qui, avec l'aide de ses dévoués et savants collaborateurs M. Bouquet et M. Houël, avait fait paraître la plus grande partie, les dix premiers volumes de cette belle collection. »

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, du 1er octobre 1891 au 30 juin 1892.* Communiquées par M. TISSERAND.

Dates. 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(3) JUNON.		
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 2......	8.29. 1	21.14. 3,56	— 0,15	101.10.33,5	+ 2,4
3......	8.25. 8	21.14. 6,69	— 0,33	101.17.27,4	+ 0,7
5......	8.17.29	21.14.18,79	— 0,24	101.30.49,8	+ 3,3
7......	8. 9.56	21.14.38,01	— 0,16	101.43.24,5	+ 0,8
			(1) CÉRÈS.		
Oct. 2......	8.58.28	21.43.35,04	+ 0,94	117.57.14,1	— 4,3
3......	8.54.18	21.43.21,13	+ 0,88	117.55. 1,6	— 4,3
5......	8.46. 3	21.42.57,90	+ 0,90	117.50.11,4	— 2,1
7......	8.37.54	21.42.40,55	+ 0,88	117.44.41,7	— 4,1
9......	8.29.51	21.42.29,12	+ 0,85	117.38.41,9	— 2,1
			(250) BETTINE.		
Oct. 29......	10.26.50	0.58.38,19	»	84.55.50,0	»
30......	10.22. 8	0.57.52,60	»	84.56. 5,5	»
31......	10.17.27	0.57. 7,51	»	84.56.28,6	»
			(126) VELLÉDA.		
Oct. 29......	11. 4.21	1.36.15,99	»	79.14.28,8	»
30......	10.59.32	1.35.22,67	»	79.18. 0,5	»
31......	10.54.41	1.34.28	»	79.21.30,7	»
Nov. 2......	10.45. 7	1.32.44,45	»	79.28.20,9	»
3......	10.40.21	1.31.55	»	79.31.37,8	»
5......	10.30.51	1.30.16,70	»	79.37.59,0	»
6......	10.26. 9	1.29.29,55	»	79.41. 4,9	»

Dates. 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(173) Ino.			
	h m s	h m s		° ′ ″	″
Nov. 21......	10.46.40	2.49.13,06	»	98.40.18,8	»
27......	10.19.24	2.45.31,58	»	98.30.53,1	»
28......	10.14.56	2.44.58,90	»	98.28.13,0	»
Déc. 2......	9.57.16	2.43. 2,65	»	98.14.24,1	»
		(113) Amalthée.			
Nov. 28......	10. 6.50	2.36.51,96	+ 1,89	82.34.57,1	−10,1
30......	9.57.30	2.35.23,65	+ 1,97	82.37.22,7	−10,4
Déc. 2......	9.48.16	2.34. 0,76	»	82.39.13,9	»
		(106) Dioné.			
Déc. 5......	11.43.12	4.41. 6,21	−24,20	66.36. 1,7	+73,5
19......	10.36. 5	4.28.59,67	−23,14	66.38.57,1	+79,2
21......	10.26.43	4.27.28,91	−22,99	66.39.32,0	+81,1
22......	10.22. 3	4.26.45,04	−23,10	66.39.48,5	+81,5
		(18) Melpomène.			
Déc. 22......	11.41.48	5.46.42,98	+15,28	83.33.50,7	−23,5
Janv. 4 **1892**.	10.38.18	5.34.18,15	+14,44	82.16. 1,8	−23,6
		(65) Cybèle.			
Févr. 20......	10.53.27	8.54.47,68	− 5,11	74.24. 2,9	−20,6
22......	10.44.19	8.53.31,14	»	74.17. 5,0	»
		(324) Palisa.			
Mars 23......	9.57.12	10. 4.32,69	»	81.11. 0,1 (1)	»
24......	9.52.40	10. 3.56,60	»	»	»
		(11) Parthénope.			
Avril 19......	11.20.19	13.14.20,93	− 1,38	89.54.32,0	− 6,7
		(28) Bellone.			
Juin 23......	11.40. 2	17.50.23,29	− 3,01	101.59.47,4	− 2,4

(1) Observation non corrigée de la parallaxe.

» Les observations de 1891, 2, 3 et 9 octobre, ont été faites par M. Viennet.

» Celles des 5 et 7 octobre par M. Barré et toutes les autres par M. Callandreau.

» Les comparaisons se rapportent aux éphémérides suivantes :

» Junon : *Monthly Notices*, vol. LII.

» Cérès : *Nautical Almanac*.

» Amalthée : *Astronomische Nachrichten*, n° 3062.

» Dioné, Melpomène et Cybèle : *Berliner Jahrbuch*.

» Parthénope et Bellone : Éphémérides communiquées par M. Luther. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination du centre des moyennes distances des centres de courbure des développées successives d'une ligne plane quelconque;* par M. **Haton de la Goupillière**.

« 1. J'ai donné autrefois [1] des formules pour la détermination directe du centre de courbure de rang quelconque, sans passer par les développées d'ordre intermédiaire. Je représente, à cet effet, la ligne proposée par son équation *intrinsèque* entre le rayon de courbure ρ et l'angle de contingence ω. Pour un point quelconque M, j'appellerai C_i le centre de courbure de la développée d'ordre i [2]. Je représente ce point au moyen de deux coordonnées T_i, N_i, respectivement parallèles à la tangente et à la normale en M. Si, d'autre part, nous choisissons arbitrairement sur la courbe un point fixe M', d'azimut ω', en rapportant à l'aide de T'_i, N'_i ses divers centres de courbure C'_i à la tangente et à la normale de M', j'ai montré que les coordonnées courantes T_i, N_i ont pour expressions générales

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} T_i = {} & T'_i \cos(\omega - \omega') - N'_i \sin(\omega - \omega') + \int_{\omega'}^{\omega} \rho \cos(\varphi - \omega)\, d\varphi \\ & + \int_{\omega'}^{\omega} \frac{d^{i+1}\rho}{d\varphi^{i+1}} \sin\left(\varphi - \omega + i\frac{\pi}{2}\right) d\varphi, \end{aligned} \right.$$

---

(1) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 2e série, t. IV, 1859, p. 183.

(2) Lequel est le $(i+1)^{\text{ième}}$ centre de courbure de la proposée, et se trouve sur la développée d'ordre $i+1$.

$$(2)\quad \begin{cases} N_i = T'_i \sin(\omega - \omega') + N'_i \cos(\omega - \omega') - \int_{\omega}^{\omega} \rho \sin(\varphi - \omega)\, d\varphi \\ \quad + \int_{\omega'}^{\omega} \frac{d^{i+1}\rho}{d\varphi^{i+1}} \cos\left(\varphi - \omega + i\frac{\pi}{2}\right) d\varphi, \end{cases}$$

φ désignant un symbole d'intégration qui varie de ω' à ω.

» 2. Représentons maintenant par t_k, n_k les coordonnées qui déterminent le centre des moyennes distances G_k des k centres de courbure $C_1, C_2, C_3, \ldots, C_k$ [1].

» On aura, à cet égard,

$$kt_k = T_1 + T_2 + T_3 + \ldots + T_k.$$

» Si nous effectuons cette somme à l'aide de l'équation (1), la première des deux intégrales qu'elle renferme se reproduira k fois. Les divers termes en $\cos(\omega - \omega')$ et $\sin(\omega - \omega')$ se grouperont entre eux, et je représenterai provisoirement l'ensemble de cette partie par $kA \sin\omega + kB \cos\omega$. Enfin la somme des intégrales que fournit le quatrième terme pourra être remplacée par l'intégrale de la somme

$$(3)\qquad x = \sum_1^k \left[\frac{d^{i+1}\rho}{d\varphi^{i+1}} \sin\left(\varphi - \omega + i\frac{\pi}{2}\right)\right].$$

» Nous aurons, d'après cela,

$$kt_k = kA \sin\omega + kB \cos\omega + k\int_{\omega'}^{\omega} \rho \cos(\varphi - \omega)\, d\varphi + \int_{\omega'}^{\omega} x\, d\varphi,$$

et il ne reste plus qu'à évaluer x.

» Or cette fonction a pour dérivée

$$\frac{dx}{d\varphi} = \sum_1^k \left[\frac{d^{i+2}\rho}{d\varphi^{i+2}} \sin\left(\varphi - \omega + i\frac{\pi}{2}\right) + \frac{d^{i+1}\rho}{d\varphi^{i+1}} \cos\left(\varphi - \omega + i\frac{\pi}{2}\right)\right],$$

et cette nouvelle suite a comme terme général

$$\frac{d^{j+2}\rho}{d\varphi^{j+2}} \left\{\sin\left(\varphi - \omega + j\frac{\pi}{2}\right) + \cos\left[\varphi - \omega + (j+1)\frac{\pi}{2}\right]\right\},$$

---

[1] Pour plus de simplicité dans les résultats, je ne comprends pas dans ce système le centre de courbure C de la proposée. Il serait facile de l'y admettre après coup, puisque nous connaissons ses coordonnées $T = 0$, $N = \rho$. On aurait, à cet effet,

$$(k+1)\theta_k = kt_k, \qquad (k+1)\nu_k = kn_k + \rho.$$

quantité identiquement nulle. Il ne subsiste donc, de $\frac{dx}{d\varphi}$, que la partie qui provient de ses deux termes extrêmes et ne participe pas au groupement précédent

$$\frac{dx}{d\varphi} = \frac{d^{k+2}\rho}{d\varphi^{k+2}} \sin\left(\varphi - \omega + k\frac{\pi}{2}\right) - \frac{d^2\rho}{d\varphi^2}\sin(\varphi - \omega).$$

» Nous en déduirons

$$(4) \qquad x = \Omega + \int_{\omega''}^{\varphi} d\varphi \left[\frac{d^{k+2}\rho}{d\varphi^{k+2}} \sin\left(\varphi - \omega + k\frac{\pi}{2}\right) - \frac{d^2\rho}{d\varphi^2}\sin(\varphi - \omega)\right],$$

en mettant en évidence, d'un côté, une intégrale définie, qui s'annule identiquement pour $\varphi = \omega''$ (azimut d'un nouveau point fixe M″ arbitrairement choisi) et, d'autre part, la valeur correspondante Ω de x, provisoirement inconnue ([1]).

» Il est à remarquer (3) que Ω renferme ω d'une manière linéaire par rapport à $\sin\omega$ et $\cos\omega$. La seconde intégration donnera $\Omega\varphi$, et, par suite, $\Omega(\omega - \omega')$ quand on la prendra entre ses limites. On aura donc, outre des termes en $\sin\omega$ et $\cos\omega$, que nous pouvons fondre par la pensée avec A et B, d'autres termes de la forme $k\mathrm{C}\omega\sin\omega + k\mathrm{D}\omega\cos\omega$.

» Il vient, par conséquent, en définitive,

$$(5) \quad \left\{ \begin{aligned} t_k = {} & \mathrm{A}\sin\omega + \mathrm{B}\cos\omega + \mathrm{C}\omega\sin\omega + \mathrm{D}\omega\cos\omega + \int_{\omega'}^{\omega} \rho\cos(\varphi - \omega)\,d\varphi \\ & + \frac{1}{k}\int_{\omega'}^{\omega} d\varphi \int_{\omega''}^{\varphi} d\varphi \left[\frac{d^{k+2}\rho}{d\varphi^{k+2}} \sin\left(\varphi - \omega + k\frac{\pi}{2}\right) - \frac{d^2\rho}{d\varphi^2}\sin(\varphi - \omega)\right]. \end{aligned} \right.$$

» On trouve, par une marche toute semblable,

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} n_k = {} & \mathrm{D}\sin\omega + \mathrm{E}\cos\omega + \mathrm{F}\omega\sin\omega + \mathrm{G}\omega\cos\omega - \int_{\omega'}^{\omega} \rho\sin(\varphi - \omega)\,d\varphi \\ & + \frac{1}{k}\int_{\omega'}^{\omega} d\varphi \int_{\omega''}^{\varphi} d\varphi \left[\frac{d^{k+2}\rho}{d\varphi^{k+2}} \cos\left(\varphi - \omega + k\frac{\pi}{2}\right) - \frac{d^2\rho}{d\varphi^2}\cos(\varphi - \omega)\right]. \end{aligned} \right.$$

» Les huit constantes se détermineront à l'aide des valeurs spéciales que prennent les coordonnées pour quatre points fixes M′, M″, M‴, M^{iv}.

» Il serait facile d'en développer les expressions générales, mais je m'en

---

([1]) On peut après coup reconstituer, à l'aide de la formule (4), le développement (3) en employant l'intégration par parties.

abstiendrai à cause de leur complication. On aura soin, dans chaque cas, d'adopter, comme points fixes, des points singuliers pour lesquels il soit aisé de déterminer directement les centres de moyennes distances.

» 3. Envisageons, par exemple, la spirale logarithmique

$$\rho = e^{m\omega}, \qquad \frac{d^i\rho}{d\omega^i} = m^i e^{m\omega}.$$

» Plaçons en son pôle les quatre points fixes. Tous les ρ_i s'y annulent pour $\omega = -\infty$; et comme aucun de leurs coefficients, qui sont des sinus ou des cosinus, ne peut devenir infini, l'on voit disparaître de même leurs diverses sommes qui constituent les constantes inconnues. Il reste dès lors simplement

$$\begin{aligned} t_k = & \int_{-\infty}^{\omega} e^{m\varphi}\cos(\varphi-\omega)\,d\varphi \\ & + \frac{m^2}{k}\int_{-\infty}^{\omega} d\varphi \int_{-\infty}^{\varphi} e^{m\varphi}\left[m^k \sin\left(\varphi-\omega+k\frac{\pi}{2}\right) - \sin(\varphi-\omega)\right]d\varphi, \\ n_k = & -\int_{-\infty}^{\omega} e^{m\varphi}\sin(\varphi-\omega)\,d\varphi \\ & + \frac{m^2}{k}\int_{-\infty}^{\omega} d\varphi \int_{-\infty}^{\varphi} e^{m\varphi}\left[m^k \cos\left(\varphi-\omega+k\frac{\pi}{2}\right) - \cos(\varphi-\omega)\right]d\varphi. \end{aligned}$$

» Or on peut, en mettant $e^{m\omega}$ en facteur, remplacer sous les signes d'intégration $e^{m\varphi}$ par $e^{m(\varphi-\omega)}$, $d\varphi$ par $d(\varphi-\omega)$, la limite supérieure φ par $\varphi-\omega$, et l'autre limite ω par zéro. On voit dès lors que, sauf le facteur $e^{m\omega}$ ou ρ, les expressions deviennent indépendantes de ω, et ne renferment que la constante m avec l'arbitraire k.

» D'après cela, pour une valeur déterminée de ce dernier paramètre, le rapport $\frac{t_k}{n_k}$ reste indépendant de ω. En outre, la quantité $\sqrt{t_k^2+n_k^2}$ est proportionnelle à ρ, et par suite au rayon vecteur émané du pôle de la spirale. Le centre G_k des moyennes distinctes se construira donc en menant, sous un angle constant par rapport à la tangente, une droite proportionnelle au rayon vecteur. Il est aisé d'en déduire que le lieu géométrique de ce point est une spirale égale à la proposée. Ce lieu reste dès lors identique de forme, quel que soit l'ordre k considéré.

» Il est d'ailleurs facile d'effectuer les intégrations, et l'on trouve

$$t_k = \frac{me^{m\omega}}{k(m^2+1)^2}\left\{k(m^2+1)+2m^2 + m^{k+1}\left[(m^2-1)\sin k\frac{\pi}{2} - 2m\cos k\frac{\pi}{2}\right]\right\},$$

$$n_k = \frac{e^{m\omega}}{k(m^2+1)^2}\left\{k(m^2+1)-m^2(m^2-1) + m^{k+1}\left[(m^2-1)\cos k\frac{\pi}{2} + 2m\sin k\frac{\pi}{2}\right]\right\}.$$

» Nous pouvons également rapporter le lieu géométrique du centre G_k à des coordonnées polaires r, θ, ce qui donne pour son équation

$$\frac{k(m^2+1)}{m^2\sqrt{m^{2k}+2m^k\cos k\frac{\pi}{2}+1}}\,r = e^{m\left(\theta+\operatorname{arc\,tang} m-\operatorname{arc\,tang}\left\{\frac{2m+m^k\left[(m^2-1)\sin k\frac{\pi}{2}-2m\cos k\frac{\pi}{2}\right]}{m^2-1+m^k\left[(m^2-1)\cos k\frac{\pi}{2}+2m\sin k\frac{\pi}{2}\right]}\right\}\right)}.$$

» 4. Envisageons comme second exemple les épicycloïdes extérieures ou intérieures

$$\rho = \sin m\omega, \qquad \frac{d^i\rho}{d\omega^i} = m^i \sin\left(m\omega + i\frac{\pi}{2}\right).$$

» Si l'on effectue les intégrations qui figurent dans l'expression de t_k, on voit apparaître, d'une part, divers termes en $\sin\omega$, $\cos\omega$, $\omega\sin\omega$, $\omega\cos\omega$, que l'on peut supprimer en les confondant par la pensée dans ceux qui sont affectés des coefficients provisoires A, B, C, D; et, en second lieu, des multiples de $\cos m\omega$ et $\sin m\omega$. Ce dernier disparaît spontanément, se trouvant multiplié par $\sin k\pi$, et il ne reste que le terme en $\cos m\omega$. Or celui-ci s'annule à tous les sommets de la courbe, que l'on traverse en nombre infini [1] pour les diverses valeurs $\omega = \frac{(2j\pm 1)\pi}{2m}$. En ces points, on doit d'ailleurs avoir identiquement $t_k = 0$, car tous les centres de courbure successifs (et, par suite, aussi leurs centres de moyennes distances) sont alignés le long de la normale. Il est donc nécessaire que les quatre constantes A, B, C, D soient individuellement nulles; et il ne reste plus définitive-

---

[1] Même dans les épicycloïdes composées d'un nombre limité de branches, que l'on parcourt indéfiniment quand ω varie de $-\infty$ à $+\infty$.

ment, de l'expression générale, que le terme en $\cos m\omega$. On voit, d'après cela, que la coordonnée tangentielle du centre des moyennes distances d'ordre quelconque reste, pour chaque point de la proposée, proportionnelle au rayon de courbure de la première développée. Le coefficient de proportionnalité a la valeur suivante :

$$t_k = \frac{m\cos m\omega}{2k(m^2-1)^2}\{2k(1-m^2) - 4m^2 + m^{k+1}[(m+1)^2 - (m-1)^2\cos k\pi]\}.$$

» En suivant une marche semblable pour n_k, on voit disparaître d'une part $\cos m\omega$, qui est multiplié par $\sin k\pi$, et en outre les constantes E, F, G, H, par la raison que $\sin m\omega$ s'annule à tous les rebroussements, et qu'en même temps tous les centres s'y trouvent alignés le long de la tangente. Il vient ainsi

$$n_k = \frac{\sin m\omega}{2k(m^2-1)^2}\{2k(1-m^2) - 2m^2(1+m^2) + m^{k+1}[(m+1)^2 + (m-1)^2\cos k\pi]\},$$

et l'on reconnaît que la coordonnée normale des centres de moyennes distances d'ordre quelconque reste proportionnelle, pour chaque point, au rayon de courbure de la proposée.

» 5. La spirale logarithmique et l'épicycloïde sont des cas particuliers de la courbe plus générale

$$\rho = e^{m\omega}\sin n\omega, \qquad \frac{d^i\rho}{d\omega^i} = (m^2+n^2)^{\frac{i}{2}} e^{m\omega}\sin\left(n\omega + i\,\text{arc tang}\,\frac{n}{m}\right),$$

qui jouit de la propriété d'être semblable à sa développée, et pour laquelle les intégrations pourront encore s'effectuer par les moyens ordinaires. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes (6 novembre 1892), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux; par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. G. Rayet.

Comète Holmes.

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s					
Nov. 12.....	10.18.48,7	0.44.27,48	$+\bar{1}$,169	51°.59′.40″,8	—0,074	1	G. Rayet
13.....	5.52.33,7	0.44. 7,61	$-\bar{1}$,610	52. 3.50,5	—0,379	2	G. Rayet
15.....	6. 1.22,2	0.43.24,73	$-\bar{1}$,577	52.16.16,1	—0,331	3	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Etoiles	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	Yarnall₂, n° 450	$0^h.46^m.56^s,54$	$+2^s,98$	$52°.1'.15'',1$	$-26'',14$
2...	Yarnall₂, n° 450	0.46.56,54	+2,97	52. 1.15,1	−26,26
3...	Bonn t. VI + 37°, n° 127	0.40.10,93	+2,90	52.19. 7,9	−26,60

» La comète est une nébulosité ronde d'environ 8′ de diamètre; le contour est net vers le Soleil, diffus vers la région où devrait être la queue. Le noyau est diffus et se prolonge vers la queue par une sorte de fuseau lumineux.

» La photographie de la comète faite le 13 novembre à $11^h 6^m$, temps moyen de Bordeaux, par M. F. Courty, reproduit bien ces apparences. La durée de pose, qui a été de une heure, n'a pas permis d'obtenir la reproduction de la totalité de la nébulosité. La comète est difficile à suivre par suite du peu de netteté du noyau. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Exploration des hautes régions de l'atmosphère à l'aide de* ballons non montés, *pourvus d'enregistreurs automatiques*. Note de M. **Gustave Hermite**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat d'expériences que j'ai entreprises depuis le 1er juillet dernier, à l'aide de ballons gonflés au gaz d'éclairage, dans le but de déterminer ce qui se passe dans l'atmosphère, à une altitude à laquelle les aéronautes ne peuvent parvenir....

» La première expérience du système auquel je songeais depuis longtemps, comme on peut le voir dans les *Procès-verbaux de l'École supérieure de navigation aérienne,* dont je remets une copie certifiée au Secrétariat de l'Académie, a été exécutée, le 17 septembre 1892, à l'usine à gaz de Noisy-le-Sec. Un ballon de papier, de 4^m de diamètre, enduit de pétrole extérieurement, a enlevé un baromètre-témoin à mercure, analogue à ceux

Tableau des expériences avec les anéris des enregistreurs.

	Date.	Nature du ballon.	Volume.	Nature et poids des instruments.	Force ascensionnelle au départ.	Observations météorologiques au départ.	Heure du départ.	Altitude maxima.	Température maxima.	Point d'atterrissage et remarques.
1..	4 oct.	Papier verni	5mc	Baromètre et thermomètre à minima avec distributeur de cartes à amadou, 230gr	500gr	Temps couvert, vent rapide du sud-ouest	11h 20m mat.	»	»	Ballon pas retrouvé. Parti de l'usine à gaz de Noisy-le-Sec
2..	11 oct.	Baudruche	371lit	Baromètre, 75gr	75gr	Temps couvert, vent faible du sud-ouest	3h 35m soir	1200m	»	Mont-Dauphin (S.-et-Marne), 75km de Paris
3..	14 oct.	Baudruche	371lit	Baromètre, 110gr	15gr	Temps couvert, vent rapide du sud	1h 40m soir	»	»	Plaine d'Ory (Oise), 38km nord-nord-est de Paris. Instrument détérioré par les paysans
4..	19 oct.	Papier	15mc	Baromètre, 120gr, et distributeur de cartes à amadou	Indéterminée. Ballon peu gonflé	Temps couvert, pluie après départ, vent du nord. *Ass. nocturne.*	5h 50m soir	3350m	»	Chamarande, 45km sud de Paris
5..	29 oct.	Papier	5mc	Baromètre, 150gr	Presque nulle. Ballon peu gonflé	Temps couvert, vent faible du sud	Midi 30m	»	»	Tombé rue Paradis, un quart d'heure après le départ
6..	29 oct.	Papier incomplètement pétrolé	5mc	Baromètre, 150gr	500gr	Temps couvert, vent faible du sud	3h 55m soir	2000m	»	Fontaine (Oise), 42km de Paris
7..	31 oct.	Papier pétrolé	5mc	Baromètre, 150gr	200gr	Temps brumeux, vent faible du sud	1h 45m soir	»	»	Ballon non retrouvé
8..	2 nov.	Baudruche	4mc	Baromètre, 120gr	Gonflé plein	Temps clair, vent faible du sud	3h 40m soir	8700m	»	Evry (Aube), 150km sud-est de Paris
9..	14 nov.	Baudruche	4mc	Baromètre et thermomètre à minima avec abri, 260gr	Gonflé plein	Temps clair, vent faible du sud. Baromètre, 760mm; tempér., +17° C.	1h 30m soir	7600m	— 10° C.	Châvres (Oise), 60km de Paris
10..	17 nov.	Baudruche	4mc	Baromètre et thermomètre à minima avec abri, 260gr	Gonflé plein	Temps couvert avec éclaircies. Barom., 760mm; tempér., +14° C. Vent assez rapide du sud	10h 45m mat.	8200m	— 18° C.	Goyencourt, 110km nord-nord-est de Paris.

que M. Janssen avait imaginés pour l'ascension à grande hauteur du *Zénith*. Malgré sa fragilité, l'appareil est revenu intact; mais, l'ayant trouvé trop lourd et trop dispendieux, je l'ai remplacé par une simple boîte du système Vidi. Cette boîte porte une lame de verre enfumé qui se déplace devant un style fixe, de manière à former un trait dont la longueur sert à déterminer l'altitude. Pour procéder à cette vérification, je mets l'appareil sous une cloche pneumatique où je fais le vide. Par la comparaison avec un manomètre à mercure, j'ai la mesure de la pression au moment où la boîte reprend le même volume que dans l'atmosphère, à l'altitude maxima où le ballon est monté. Je crois qu'il est possible d'avoir une certaine confiance dans les indications ainsi obtenues. En effet, le 19 octobre dernier, dans l'ascension de longue durée du ballon *Le Journal*, j'ai confié un de mes appareils à M. Besançon, qui dirigeait le voyage et qui me l'a rapporté dans sa boîte scellée; j'ai procédé à la vérification de mon appareil, par la méthode ci-dessus décrite, et j'ai retrouvé l'altitude de 3200^{m} indiquée par les enregistreurs du bord.

» Au lieu de peser 1200^{gr}, comme les baromètres minima à mercure que j'avais d'abord adoptés, mon anéroïde pèse moins de 100^{gr}, y compris son emballage; je suis parvenu à en fabriquer qui ne pèsent que 35^{gr} et j'espère réduire son poids à 10^{gr}, sans nuire à sa sensibilité, ni à sa précision; il est, de plus, d'une solidité à toute épreuve....

» D'après le Tableau ci-joint, la décroissance thermométrique est de 27° centigrades pour 7600^{m} et de 32° centigrades pour 8200^{m}, ce qui donne une moyenne de 280^{m} par degré centigrade pour le n° 9 et de 260^{m} pour le n° 10. Ces résultats sont très peu différents l'un de l'autre, comme on devait s'y attendre, les deux courants aériens ayant à peu près la même direction. Il est probable que, si le vent avait soufflé du nord au lieu de venir du sud, la décroissance aurait été plus rapide....

» En employant le gaz d'éclairage et des ballons de papier verni actuellement en construction par M. Besançon, mon collaborateur, je pense atteindre $20\,000^{m}$ à $30\,000^{m}$ d'altitude; en les gonflant au gaz hydrogène, rien ne limite plus, pour ainsi dire, l'altitude à laquelle un ballon peut s'élever.... »

CORRESPONDANCE.

M. **Joannes Chatin** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section.)

M. **E. Guyou** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section.)

M. **S. de Glasenapp** annonce en ces termes la création d'un observatoire astronomique, nommé *Géorgiewskaja*, à Abastouman (gouvernement de Tiflis) :

« J'ai l'honneur d'informer l'Académie des Sciences que Son Altesse Impériale le Grand-Duc George Alexandrowitsch (fils de l'Empereur de toutes les Russies) a fait construire un observatoire astronomique à Abastouman, gouvernement de Tiflis, à une hauteur de 1393^{m} au-dessus du niveau de la mer. Il a été nommé *Géorgiewskaja*, en l'honneur de son fondateur. Sa position géographique est déterminée par les coordonnées suivantes, prises d'un plan détaillé :

$\varphi = + 41^{\circ}45'43''$;
$L = 2^{h}41^{m}58^{s},5$ E. de Paris;
$H = 1393^{m}$ au-dessus du niveau de la mer.

» L'observatoire est muni provisoirement d'un équatorial réfracteur de 228^{mm}, appartenant à l'Université impériale de Saint-Pétersbourg. Il a été ouvert et a commencé à fonctionner le 23 août 1892.... Au mois d'août et au commencement du mois de septembre, les images étaient parfois ondulantes; mais, depuis la fin d'octobre et en novembre, elles ne laissent rien à désirer; on peut mesurer les systèmes binaires les plus serrés, accessibles à un réfracteur de 228^{mm}. Jusqu'au 5 novembre, on a pris plus de 400 mesures d'étoiles doubles, on a observé l'éclipse totale de lune et quelques phénomènes des satellites de Jupiter. »

M. **Tisserand** présente une photographie de la comète Holmes, obtenue le 14 novembre dernier à l'Observatoire de Paris par MM. Paul et Prosper Henry, à l'aide de l'équatorial photographique employé pour la Carte du

Ciel; la durée de pose a été de deux heures (de $8^h 20^m$ à $10^h 20^m$). L'épreuve mise sous les yeux de l'Académie, et qui a été agrandie cinq fois, est très belle; le contour apparent de la nébulosité est nettement terminé, il est presque circulaire. On aperçoit à travers un grand nombre d'étoiles. Le noyau est brillant, excentrique et allongé; son éclat n'empêche pas de distinguer quelques étoiles situées dans la même direction; enfin il n'y a pas de queue, en dehors de l'allongement du noyau, qui d'ailleurs ne dépasse pas la limite de la nébulosité.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes faites à l'Observatoire d'Alger (équatorial coudé)*; par MM. **Trépied**, **Rambaud** et **Sy**. Présentées par M. Tisserand.

Dates 1892.		Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.	Obs.
Nov. 11....	a	$W_2 0^h$, n° 1083	8,0	$+0^m.44^s,83$	$-2'.17'',9$	12:10	S
12....	a	Id.	»	+0.20,71	−7.49,7	20:16	S
12....	a	Id.	»	+0.19,84	−8. 0,0	20:16	T
15....	b	$W_2 0^h$, n° 1129	9,0	−2.16,34	+12.18,9	12:16	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 11.....	a	$0^h.44^m.6^s,22$	$+2^s,96$	$+38°.9'.0'',1$	$+26'',1$	$W_2 0^h$, n° 1083
12.....	a	»	+2,96	»	+26,2	Id.
15.....	b	0.45.35,68	+2,94	+37.30.17,5	+27,5	$W_2 0^h$, n° 1129

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 11.........	$10^h.17^m.26^s$	$0^h.44^m.54^s,01$	$\bar{1},182$	$+38°.7'.8'',3$	$\bar{2},956_n$
12.........	8.25. 9	0.44.29,89	$\bar{1},112$	+38. 1.36,6	$\bar{1},063_n$
12.........	9. 8. 3	0.44.29,02	$\bar{2},243$	+38. 1.26,3	$\bar{1},334_n$
15.........	8.53.41	0.43.22,28	$\bar{2},326$	+37.43. 3,9	$\bar{1},224_n$

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes (nov. 6), faites à l'équatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'Observatoire de Lyon;* par M. G. Le Cadet. Présentées par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Date.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
1892	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 15.	8.47.33	−0.18,48	+5.42,3	6:4	0.43.22,72	$8,009_n$	+37.43. 5,9	0,078	1
» 15.	10.37.21	−0.20,38	+5.27,4	4:4	0.43.20,82	9,366	+37.42.51,0	0,202	1

Positions des étoiles de comparaison.

Date.	★	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorité.
1892			h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 15.	1	8	0.43.38,27	+2,93	+37.36.57,0	+26,6	Cat. Paris nº 1020

» *Remarques.* — Images mauvaises; vent du sud fort.

» Ces observations ont été faites au moyen du micromètre à gros fils sur champ non éclairé, avec un grossissement de 250. On a pointé sur le noyau diffus de la comète.

» La comète présente une nébulosité brillante en forme de segment d'ellipse orientée dans l'angle de position 150°, d'une hauteur égale à 10′ et égale à la largeur de la section; l'intensité lumineuse décroissant depuis le bord nord arrondi et assez bien limité jusqu'à la section au sud où la nébulosité, très diffuse, se fond. A une distance de 4′ du sommet nord et pour ainsi dire au foyer de l'ellipse, on distingue une condensation allongée de 20″ de largeur avec un prolongement incliné sur l'axe de l'ellipse et dans l'angle de 120°. On a distingué, à travers la nébulosité, des étoiles de 12ᵉ grandeur.

» A l'équatorial Brunner ($0^m,16$), la nébulosité cométaire paraît ronde et le noyau avec son prolongement moins distinct. »

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète Holmes du 6 novembre 1892.* Note de M. Schulhof, présentée par M. Tisserand.

« La comète Holmes se déplace dans le ciel avec une lenteur extrême, son mouvement ayant principalement lieu dans la direction du rayon visuel. Dans ces circonstances, la détermination de son orbite rencontre de grandes difficultés. Après les premières observations, il était impossible de décider si elle était très voisine de la Terre et s'en rapprochait davantage, ou si elle était à une grande distance de la Terre et s'en éloignait de plus en plus. J'ai fait mes premiers calculs en partant de la première supposition. En variant les distances géocentriques de la comète des 9 et 13 novembre, j'ai obtenu des éléments elliptiques très ressemblants à ceux de la comète de Biela. Ces éléments paraissaient confirmer l'opinion émise par M. Berberich, que la comète Holmes était un fragment de la comète désagrégée de Biela, mais ils ne représentèrent pas suffisamment une observation du 15 novembre. J'ai essayé ensuite de calculer à l'aide des observations de M. Bigourdan des 9, 13 et 15 novembre, des éléments paraboliques. Dans deux différentes suppositions sur le rapport des distances géocentriques extrêmes, j'ai obtenu les deux systèmes d'éléments ci-après, qui ne représentent pas d'une manière satisfaisante l'observation intermédiaire de M. Bigourdan ni deux autres observations, l'une du 11 novembre faite à Göttingen, l'autre de M. Bigourdan du 18 novembre, pour laquelle je n'ai qu'une position approchée de l'étoile de comparaison prise dans la *Bonner Durchmusterung*. En attendant une nouvelle observation qui permît de déterminer plus exactement l'orbite de l'astre, je me suis provisoirement contenté de faire varier arbitrairement dans le deuxième système d'éléments la distance géocentrique du 15 novembre, et j'ai ainsi trouvé les éléments elliptiques (III), donnés ci-après, qui ne satisfont pas non plus aux observations mentionnées précédemment.

» Mais M. Bigourdan ayant eu l'obligeance de me communiquer son observation du 21 avril, j'ai pu calculer le système d'éléments IV qui semble assez exact.

» Voici les divers systèmes d'éléments auxquels j'ajoute les logarithmes de la première et de la dernière distance géocentriques et les écarts (dans

le sens : observations moins calcul) des trois observations des 11, 13 et 18 novembre.

	I.	II.	III.	IV.
T.....	1892 avril 21,3130	juin 25,0434	mai 31,3682	juillet 15,6550
π.....	313°46′55″	314°47′40″	330°49′14″	0° 0′39″,1
☊....	337°46′25″	351° 8′35″	337°43′16″	328°32′40″,7
i.....	25° 5′44″	25°18′39″	21°25′54″	20°26′46″,8
log g..	0,229156	0,107929	0,263579	0,360966
e.....	1,000000	1,000000	0,533284	0,355386
log Δ'.	0,335322	0,163872	0,163872	0,191965
log Δ'''.	0,352696	0,191246	0,181246	0,215960
$\Delta\lambda_1$...	+11″	+48″	+33″	+20″
$\Delta\lambda_2$...	−3	+33	+19	+7
$\Delta\lambda_3$...	+42	−75	−37	+3
$\Delta\beta_1$...	+3	−12	−18	−15
$\Delta\beta_2$...	+20	+5	+1	0
$\Delta\beta_3$...	−53	−11	+15	18

» Les éléments se rapportent à l'équinoxe et l'écliptique moyens de 1892.

» Les époques sont exprimées en temps moyen de Paris.

» D'après les éléments IV, l'excentricité est tellement faible que l'on pourra probablement, avec les instruments les plus puissants, suivre la comète dans tous les points de son orbite. La comète n'a pas pu, ultérieurement à 1873, être voisine de Jupiter. Il est donc un peu singulier qu'un astre aussi brillant n'ait pas été trouvé plus tôt. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul des inégalités d'ordre élevé. Application à l'inégalité lunaire à longue période causée par Vénus.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Tisserand.

« On se propose d'obtenir la valeur approchée des coefficients des termes en $\frac{\cos}{\sin}(p\zeta'' - m\zeta')$ qui font partie du développement trigonométrique de l'expression $\frac{\psi(\zeta'')}{\Delta^s}$, où Δ représente le carré de la distance de deux planètes dont ζ'' et ζ' sont les anomalies moyennes, s un nombre fini de la forme $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \ldots, \psi(\zeta'')$ une fonction réelle et holomorphe de ζ'' de période π, p et m des entiers positifs très grands possédant un rapport fini.

» On se place dans le cas où, l'inclinaison des orbites étant quelconque, les excentricités sont nulles.

» La solution du problème ainsi posé peut être rattachée à la méthode de M. Darboux concernant la valeur approchée des fonctions de très grands nombres (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1878). Cette méthode permet, comme on sait, de déterminer la valeur asymptotique des coefficients de la série de Laurent (FLAMME, Thèse de doctorat, Paris, Gauthier-Villars, 1887) (¹). On peut aussi l'appliquer à la recherche des coefficients du développement des fonctions de deux variables, en employant un artifice imaginé par M. Poincaré (H. POINCARÉ, les *Nouvelles méthodes de la Mécanique céleste*).

» La présente Communication apporte quelques compléments aux recherches de M. Poincaré sur le développement approché de la fonction perturbatrice (*loc. cit.*).

» La marche suivie est fondée sur une importante application que M. Darboux a faite de sa méthode, savoir l'évaluation approchée des intégrales dont l'élément différentiel dépend d'un facteur élevé à une haute puissance. Le résultat auquel est arrivé M. Darboux, établi en toute rigueur, complète et confirme celui de Laplace (*Calcul des probabilités*).

» Les opérations à exécuter pour déterminer les inconnues du problème sont indiquées dans le Tableau de formules qui suit (a' et a'' sont les rayons des orbites et I leur inclinaison) :

$$\theta = \frac{p-1}{m}, \qquad q = \frac{2a'a''}{a'^2+a''^2},$$

$$u = \frac{\theta^2 - 1 - 2q^2\theta\left[(\theta-1)\cos^4\frac{I}{2} + (\theta+1)\sin^4\frac{I}{2}\right] + \sqrt{(\theta^2-1)^2 + 4q^2\theta\left[(\theta+1)^2\sin^4\frac{I}{2} - (\theta-1)^2\cos^4\frac{I}{2}\right]}}{2q^2\theta^2},$$

$$(1) \qquad z = +\sqrt{\frac{u}{\sin^2 I} + \frac{1}{2}} \pm \sqrt{\frac{u}{\sin^2 I} - \frac{1}{2}}, \qquad \begin{matrix} + \text{ si } & \theta < \cos I \\ - \text{ si } & \theta > \cos I, \end{matrix}$$

$$\varphi(z) = qz^\theta \frac{z\sin^2\frac{I}{2} + \frac{1}{z}\cos^2\frac{I}{2}}{1 + \sqrt{1 - q^2 - \frac{q^2}{4}\sin^2 I\left(z - \frac{1}{z}\right)^2}},$$

$$f_1(z) = \left[1 - q^2 - \frac{q^2}{4}\sin^2 I\left(z - \frac{1}{z}\right)^2\right]^{-\frac{s}{2}} \psi(z),$$

$$f_2(z) = \left[1 - q^2 - \frac{q^2}{4}\sin^2 I\left(z - \frac{1}{z}\right)^2\right]^{-\frac{s+1}{2}} \psi(z).$$

(¹) Voir aussi HAMY, *Comptes rendus*, 1er semestre 1892.

» Dans ces formules $\psi(z)$ désigne ce que devient $\psi(\zeta'')$ quand on y fait $z = \mathrm{E}^{\zeta''\sqrt{-1}}$ (E base des log. nép.). On remplace z par sa valeur (1) dans ces fonctions et leurs dérivées et l'on calcule

$$\left\{\begin{aligned} \mathrm{A}_{p,-m} &= \frac{2m^{s-\frac{3}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(s)(a'^2+a''^2)^s}\sqrt{\frac{2\varphi}{\varphi''}}\,\varphi^m \\ &\times\left\{f_1+\frac{1}{2m}\left[s(s-1)f_2-\frac{3}{4}f_1+\frac{\varphi}{\varphi''}\left(\frac{1}{4}\frac{f_1\varphi^{\text{IV}}}{\varphi''}-\frac{5}{12}f_1\frac{\varphi'''^2}{\varphi''^2}+f'_1\frac{\varphi'''}{\varphi''}-f''_1\right)\right]\right. \\ &\left.\qquad+\frac{1}{m^2}(\ldots)+\ldots\right\}. \end{aligned}\right.$$

» Les puissances et racines qui entrent dans ces formules sont prises dans le sens arithmétique. La partie réelle de $\mathrm{A}_{p,-m}$ est le coefficient de $\cos(p\zeta''-m\zeta')$; la partie imaginaire donne le coefficient de $\sin(p\zeta''-m\zeta')$. Cela suppose, d'ailleurs, que la différence $p-m$ est un nombre pair. Les coefficients dont il s'agit sont identiquement nuls quand $p-m$ est impair. Si la fonction $\psi(\zeta'')$ est paire, $\mathrm{A}_{p,-m}$ est réel et le coefficient de $\sin(p\zeta''-m\zeta')$ est nul. Ce fait peut être prévu.

Application à la théorie de la Lune.

» M. Tisserand a calculé (*Comptes rendus*, second semestre 1891) le coefficient de l'inégalité lunaire à longue période causée par Vénus et dépendant de l'argument $18l''-16l'-l$ (l'', l', l longitudes moyennes de Vénus, de la Terre et de la Lune), en supposant les excentricités nulles. Cette inégalité a été découverte par Hansen et confirmée par les calculs de Delaunay. Son coefficient, d'après l'article de M. Tisserand et un Mémoire de M. Hill (*American Journal of Mathematics*, t. VI; 1884), dépend du coefficient de $\cos(18\zeta''-16\zeta')$ dans le développement trigonométrique de $\frac{1}{\Delta^{\frac{3}{2}}}-\frac{3a''^2\sin^2\mathrm{I}\sin^2\zeta''}{\Delta^{\frac{5}{2}}}$, coefficient dont la valeur est $\frac{0{,}00347\ldots}{a''^3}$ d'après M. Tisserand. En négligeant le second terme de la formule (2), y faisant $p=18$, $m=16$ et, successivement,

$$s=\tfrac{3}{2},\qquad \psi(\zeta'')=1,\qquad s=\tfrac{5}{2},\qquad \psi(\zeta'')=-3a''^2\sin^2\mathrm{I}\sin^2\zeta'',$$

d'où

$$\psi(z)=\tfrac{3}{4}a''^2\sin^2\mathrm{I}\left(z-\frac{1}{z}\right)^2,$$

on trouve, en adoptant les données numériques de la Note de M. Tisse-

rand, $\frac{0,00373..}{a''^3}$ pour la valeur approchée du coefficient en question. Le coefficient de l'inégalité obtenue par M. Tisserand étant 14″,0, sa valeur approchée est 15″,0; l'erreur relative est seulement de $\frac{1}{15}$.

» Les résultats qui précèdent seront établis dans un Mémoire qui sera inséré dans le *Bulletin astronomique.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le partage en quatre groupes des permutations des n premiers nombres.* Note de M. **Désiré André.**

« **1.** Les permutations des *n* premiers nombres sont, comme on le sait, de la première ou de la seconde *classe*, selon qu'elles présentent un nombre pair ou impair de *dérangements;* de la première ou de la seconde *espèce*, selon qu'elles présentent un nombre pair ou impair de *séquences*. Il suit évidemment de là, si l'on tient compte à la fois des séquences et des dérangements, que les permutations des *n* premiers nombres se partagent en quatre *groupes*, savoir : 1° les permutations de la première espèce et de la première classe ; 2° celles de la première espèce et de la seconde classe, etc.

» L'étude de ces quatre groupes m'a conduit à différents résultats, touchant la structure des permutations. Je vais exposer les principaux d'entre eux, sous forme de théorèmes, en donnant les explications et définitions nécessaires à l'intelligence de leurs énoncés.

» **2.** La première question qui se posait, c'était de trouver le nombre des permutations contenues dans chaque groupe. Elle est résolue par le théorème suivant :

» Théorème I. — *Lorsque la valeur de n est égale ou supérieure à* 6, *les quatre groupes contiennent tous le même nombre de permutations.*

» Mais il est à remarquer que ce théorème ne subsiste pour aucune valeur de *n* inférieure à 6.

» **3.** Deux permutations des *n* premiers nombres sont *inverses* l'une de l'autre, lorsqu'elles présentent les mêmes éléments en ordres exactement inverses. Elles sont *symétriques* l'une de l'autre, lorsque les éléments de ces deux permutations, qui y occupent la même place, ont constamment leur somme égale à $n + 1$.

» La considération des permutations, soit inverses, soit symétriques, conduit, suivant la forme de *n*, aux deux résultats suivants, relatifs, l'un à

la composition des quatre groupes, l'autre aux relations qui existent entre eux :

» Théorème II. — *Si le nombre n est de l'une des formes* 4ν *ou* $4\nu + 1$, *les permutations qui composent un même groupe quelconque sont deux à deux inverses, deux à deux symétriques l'une de l'autre.*

» Théorème III. — *Si le nombre n est de l'une des formes* $4\nu + 2$ *ou* $4\nu + 3$, *les permutations composant l'un quelconque des deux groupes d'une même espèce sont, chacune à chacune les inverses, chacune à chacune les symétriques des permutations qui composent l'autre.*

» Contrairement à ce qui a lieu pour le théorème I, les théorèmes II et III sont vrais quelle que soit la valeur attribuée à n.

» **4.** Parmi les permutations des n premiers nombres, la plupart ont chacune, pour inverse et pour symétrique, deux permutations différentes : ce sont les *permutations ordinaires*. Mais il en est dont l'inverse et la symétrique se confondent : ce sont les *permutations singulières*. Ces dernières sont fort rares, comme le montre le théorème que voici :

» Théorème IV. — *La probabilité x, pour qu'une permutation, prise au hasard parmi les permutations des n premiers nombres, soit telle que son inverse et sa symétrique coïncident, est donnée par la formule* $x = \frac{1}{1.3.5\ldots i}$, *dans laquelle i désigne le plus grand entier impair, non supérieur à n.*

» Combien les différents groupes contiennent-ils de ces permutations singulières? Voici la réponse à cette nouvelle question :

» Théorème V. — *Les deux groupes répondant à la première espèce ne contiennent, ni l'un ni l'autre, aucune permutation singulière.*

» Théorème VI. — *Les deux groupes répondant à la seconde espèce contiennent tous les deux des permutations singulières, et ils en contiennent autant l'un que l'autre.*

» Ces deux derniers théorèmes ne dépendent, d'ailleurs, ni de la grandeur, ni de la forme du nombre n.

» **5.** Évidemment, si deux permutations sont inverses l'une de l'autre, leurs symétriques le sont aussi; si deux permutations sont symétriques l'une de l'autre, leurs inverses le sont aussi.

» Il s'ensuit que les permutations des n premiers nombres se réunissent, en général, quatre par quatre, pour former des assemblages dans chacun desquels les quatre permutations sont deux à deux inverses et deux à deux symétriques. Il existe toutefois un cas exceptionnel, où les quatre permutations de l'assemblage se réduisent à deux, à la fois inverses et symé-

triques l'une de l'autre : c'est celui où les permutations considérées sont des permutations singulières.

» On a donc des assemblages de deux sortes : les *assemblages ordinaires*, composés chacun de quatre permutations ordinaires; les *assemblages singuliers*, composés chacun de deux permutations singulières. De plus, comme les permutations constituant un assemblage quelconque sont toutes de la même espèce, on dit que cet assemblage est lui-même de cette espèce.

» En étudiant les assemblages, soit ordinaires, soit singuliers, et cherchant à quels groupes appartiennent les permutations qui les forment, on arrive aux trois théorèmes suivants :

» Théorème VII. — *Si le nombre n est de l'une des formes $4\nu + 2$ ou $4\nu + 3$, les permutations composant un assemblage quelconque, soit ordinaire, soit singulier, n'appartiennent jamais toutes au même groupe : elles se répartissent également entre les deux groupes de même espèce que l'assemblage.*

» Théorème VIII. — *Si le nombre n est de l'une des formes 4ν ou $4\nu + 1$, tout assemblage singulier appartient en entier à l'un des deux groupes de la seconde espèce, et les assemblages singuliers se répartissent également entre ces deux groupes.*

» Théorème IX. — *Si le nombre n est de l'une des formes 4ν ou $4\nu + 1$, tout assemblage ordinaire appartient en entier à l'un des quatre groupes, et les assemblages ordinaires de chaque espèce se répartissent également entre les deux groupes de cette espèce.*

» Les théorèmes VII et VIII sont vrais quelle que soit la grandeur de n. Mais le théorème IX suppose essentiellement que le nombre n soit supérieur à 5, et, par conséquent, en raison de sa forme, qu'il soit au moins égal à 8.

» **6.** Les résultats qui précèdent me semblent nouveaux ; je les ai obtenus par des procédés directs, pour ainsi dire exempts de calcul; je les donne, ainsi que plusieurs autres, avec leurs démonstrations développées, dans un Mémoire qui paraîtra bientôt, sous le même titre que la présente Note. »

MÉCANIQUE. — *Rectification d'une faute d'impression dans une Communication sur les équations de la Dynamique;* par M. **Paul Painlevé.**

« Je dois rectifier une faute d'impression qui s'est glissée dans ma dernière Communication (*Comptes rendus*, 7 novembre). J'ai cité, dans cette

Note, un exemple de deux systèmes *correspondants* où l'on avait, pour le premier système,

$$T = x'^2 + y'^2 + z'^2, \qquad U = yz + h,$$

et

$$U' = y' \frac{z}{x^2} + h'$$

pour le second. En réalité, j'avais écrit

$$U = gz + h \qquad \text{et} \qquad U' = g' \frac{z}{x^2} + h'.$$

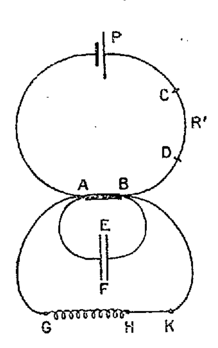
Le premier système définit *le mouvement d'un point pesant, la pesanteur étant parallèle à* Oz; j'avais choisi cet exemple comme *le plus simple* de tous ceux que j'avais en vue. La faute d'impression était manifeste, puisque, d'une part, j'indiquais que les trajectoires étaient des paraboles d'axe parallèle à Oz, que, de plus, cet exemple n'était que l'extension au cas de trois variables d'un exemple déjà donné pour deux variables, qu'enfin dans U' la lettre y' n'avait aucun sens. La correction me semblait si facile, que je n'aurais jamais songé à la signaler si elle n'avait donné lieu à un malentendu. En dehors de cette erreur *typographique*, je n'ai rien à changer à mes Communications précédentes, que la dernière Note de M. Liouville ne fait d'ailleurs que confirmer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les oscillations électriques*. Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé d'étudier les oscillations électriques qui, sous certaines conditions, se produisent dans un circuit doué de capacité et de self-induction, et de déterminer avec précision non seulement la *fréquence*, mais encore la *forme* exacte de ces oscillations. Cette étude donne lieu à des applications nombreuses, sur lesquelles je me propose de revenir. Je me borne pour l'instant à indiquer la méthode employée et les résultats obtenus.

» Le circuit d'une pile P se ferme sur une résistance $CD = R'$ très grande, et un court circuit AB. Aux bornes A et B du court circuit sont reliés : 1° un condensateur EF de capacité C; 2° un circuit dérivé AGHKB, d'une résistance totale égale à R. Ce circuit lui-même comprend deux parties : 1° une bobine GH, de résistance r_1 et de self-induction L; 2° une résistance r_2 prise sur une boîte et ne présentant pas de self-induction

sensible. Au temps o, on rompt brusquement le court-circuit AB; on se propose d'étudier, en fonction du temps, les différences de potentiel qui existent : 1° entre G et H; 2° entre H et K. Le rapprochement de ces différences de potentiel simultanées permet, comme j'espère le montrer



ultérieurement, d'aborder et de résoudre un certain nombre de questions intéressantes.

» Le condensateur EF est absolument indispensable pour que ces recherches aient une signification précise. Supposons, en effet, qu'il n'existe pas : au temps o le courant a une valeur I' dans la branche PB et une valeur nulle dans la branche BK. La première loi de Kirchhoff exige que, pendant la période variable à partir du temps o, le courant arrivant I' se partage entre la branche BK et le milieu diélectrique ambiant sous forme de courants de déplacement : or ces derniers dépendent essentiellement de la forme, c'est-à-dire de la capacité des conducteurs dans le voisinage du point de rupture, capacité qui est totalement inconnue. Introduire un condensateur EF revient à localiser, pendant la période variable, ces courants de déplacement dans le diélectrique de ce condensateur, dont la capacité est connue et très grande par rapport à celle de tous les conducteurs employés.

» L'appareil dont je me suis servi est le disjoncteur que M. Mouton a utilisé autrefois dans ses recherches sur l'induction ([1]); j'ai fait subir à cet appareil un certain nombre de modifications de détail, sur lesquelles je ne puis insister ici. Le court-circuit AB est formé par le couteau porté par la vis micrométrique, qui s'appuie sur la came excentrique de l'une des roues du disjoncteur. Supposons que l'on veuille étudier la différence de

---

([1]) Cet appareil, qui appartient au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure, m'a été confié, avec la plus extrême obligeance par M. Violle; qu'il me soit permis de lui adresser ici tous mes remerciements.

potentiel aux bornes GH; la borne G communique, d'une manière permanente, avec une des armatures d'un condensateur auxiliaire de 1 microfarad; un contact instantané, obtenu avec une autre roue du disjoncteur permet d'établir, au temps t, la communication entre H et la seconde armature; le même phénomène se reproduisant à chaque tour, on voit que le microfarad se charge sous une différence de potentiel égale à celle qui existe au temps t entre G et H. On mesure cette charge au galvanomètre balistique. On procède de même pour la différence de potentiel entre H et K. Le disjoncteur est mis en mouvement au moyen d'une petite turbine, et un régulateur de Foucault maintient sa vitesse constante.

» Je citerai les résultats obtenus dans une série d'expériences pour laquelle on avait

$$R' = 20000^{\omega},\quad r_1 = 228^{\omega},\quad r_2 = 272^{\omega},\quad R = r_1 + r_2 = 500^{\omega},\quad C = 0^{mf},1.$$

» Le coefficient de self-induction de la bobine employée est égal environ à 0,6 quadrant. Il a été mesuré par une méthode sur laquelle je reviendrai. Appelons y_1 la différence de potentiel aux bornes de la bobine GH; y_2 la différence de potentiel aux bornes de HK. Le Tableau suivant résume les observations que, pour abréger, nous prendrons de deux en deux seulement.

Temps. (en secondes)	y_1.	y_2.	Temps. (en secondes)	y_1.	y_2.
0	0	0	20	+ 87	+ 134
$10^{-4}.1$	+ 60	+ 3	21	+ 87	149
2	+ 149	13	22	+ 83	162
3	+ 200	43	23	+ 74	274
4	+ 223	82	24	+ 58	187
5	+ 215	132	25	+ 27	191
6	+ 182	185	26	+ 5	193
7	+ 125	221	27	− 6	189
8	+ 71	248	28	− 9	183
9	+ 25	255	29	− 12	176
10	− 38	252	30	− 9	168
11	− 73	238	31	− 3,5	162
12	− 91	215	32	+ 6	155
13	− 90	192	33	+ 19	150,5
14	− 70	163	34	+ 30	149
15	− 48	142	35	+ 37	151
16	− 9	125	36	+ 41	152
17	+ 37	118	37	+ 43	155
18	+ 67	116	38	+ 42	161
19	+ 83	123	∞	+ 23,5	165

» Les quantités y_1 et y_2 sont mesurées en unités arbitraires; pour obtenir dans les deux cas au galvanomètre des impulsions du même ordre de grandeur, le courant est emprunté dans le premier cas à deux, dans le second à douze accumulateurs en tension. On voit que y_2 atteint sa valeur limite par une série d'oscillations en restant toujours positif, tandis que y_1 a des valeurs tantôt négatives, pour devenir définitivement positif. Dans les régions négatives, on peut remarquer que le courant remonte dans le sens des potentiels croissants.

» Tous ces résultats sont conformes, dans leurs lignes générales, aux lois connues de l'induction. Ces lois donnent, en effet, pour le courant I, dans la branche AGHK, la valeur

$$I = I_0\left[1 - e^{-\alpha t}\left(\cos\beta t + \frac{\alpha}{\beta}\sin\beta t\right)\right]$$

dans laquelle

$$\alpha = \frac{CRR' + L}{2CLR'}, \qquad \beta = \frac{\sqrt{4CLR'^2 - (CRR' - L)^2}}{2CLR'}.$$

» Il serait prématuré d'en conclure un accord complet entre la théorie et l'expérience; en particulier, il ne me semble nullement évident que, pendant la période variable, il existe un rapport constant entre la charge d'un condensateur et la différence de potentiel de ses armatures, surtout si les diélectriques présentent des phénomènes analogues à l'hystérésis et opposent au déplacement électrique, pendant la période variable, des forces antagonistes plus ou moins analogues au frottement intérieur des solides. La comparaison des courbes que je viens de donner et qu'il est possible de construire avec une grande précision, avec les courbes calculées, permettra sans doute d'élucider cette question [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques résultats fournis par la formation de bulles de savon, au moyen d'un savon résineux*. Note de M. **Izarn**.

« L'emploi des savons résineux pour la confection des bulles de savon ne me semble pas avoir été indiqué; en tout cas, on n'a pas signalé les conditions particulières dans lesquelles on peut les employer pour cet usage et les résultats intéressants qu'on en peut obtenir. La façon de les préparer n'est pas indifférente : voici la formule qui m'a le mieux réussi, surtout

[1] Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Grenoble.

lorsqu'on emploie le liquide à une température qui ne soit pas inférieure à 18° ou 20°.

» Pulvériser ensemble 10^{gr} de colophane pure et 10^{gr} de carbonate de potasse; ajouter 100^{gr} d'eau et faire bouillir jusqu'à dissolution complète; on obtient ainsi une solution épaisse, qui peut être gardée en provision, sauf à l'étendre de quatre à cinq fois son volume d'eau pour l'usage. (La potasse caustique ne m'a pas donné d'aussi bons résultats et encore bien moins la soude ou son carbonate.)

» Le liquide, toujours un peu louche à la température ordinaire, a sur les liquides glycériques l'avantage de se conserver indéfiniment, même à l'air libre.

» Si l'on essaye de souffler, avec ce liquide, une bulle à l'orifice d'un tube, et si, lorsque celle-ci est d'une grosseur convenable, on pousse un peu plus fort, on obtient à la suite un très grand nombre de petites bulles, très vivement colorées, par conséquent à parois très minces, et malgré cela remarquablement persistantes. L'observation attentive montre qu'il y a là en réalité une véritable *veine*, se sectionnant comme la veine liquide ordinaire et donnant des bulles de grosseurs différentes et alternées; la première seule a sa goutte de lest; les autres, qui en sont dépourvues, ne tombent qu'avec une extrême lenteur.

» Voici une autre façon de procéder, plus instructive et que je crois nouvelle : on plonge dans la liqueur un anneau métallique assez mince, de $0^{m},04$ à $0^{m},05$ de diamètre, tenu par un long manche; après y avoir établi une lamelle, on étend le bras de toute sa longueur, en déplaçant l'anneau perpendiculairement à son plan, d'un mouvement assez rapide mais régulier; la veine, plus large et plus longue, s'observe ainsi beaucoup mieux et donne de très belles bulles flottantes.

» En augmentant le diamètre de l'anneau jusqu'à $0^{m},20$ ou $0^{m},25$, on voit une large poche, attachée à l'anneau par ses bords, se creuser de plus en plus, comme une membrane d'une très grande élasticité, se transformer en un long tuyau bosselé et brillamment coloré, puis s'étrangler jusqu'à séparation complète; tout cela, avec une lenteur qui rend l'observation aussi facile qu'elle est attachante.

» En résumé, le liquide que je signale présente une élasticité, une souplesse et une résistance des plus remarquables, qui permettent de saisir sur le vif le mécanisme de la formation des bulles, et qui fourniront peut-être, à des expérimentateurs plus habiles ou plus heureux que moi, un nouveau moyen d'étude des déformations des surfaces élastiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la pipéridine sur les sels halogénés de mercure.* Note de M. **Raoul Varet.**

« J'ai poursuivi les recherches que j'ai entreprises sur les valences moléculaires, en examinant l'action de la pipéridine sur les sels halogénés de mercure. L'extrême facilité avec laquelle cette base réduit les sels étudiés, principalement le bromure et le chlorure, rend très difficile la préparation des combinaisons d'addition qu'elle forme en s'unissant avec eux. Néanmoins j'ai pu les préparer dans un grand état de pureté et les analyser.

» I. *Chloromercurate de pipéridine.* — On projette, par petites quantités, du bichlorure de mercure bien sec dans de la pipéridine. Celle-ci s'échauffe et le sel de mercure est faiblement réduit. La liqueur, filtrée encore chaude et additionnée d'un peu de chlorure mercurique très finement pulvérisé, est abandonnée dans un endroit froid, à l'abri de la lumière. Il se dépose de fines aiguilles blanches, soyeuses, groupées en houppes. Essorées entre des doubles de papier, elles répondent à la formule

$$HgCl^2.2C^5H^{11}Az.$$

C'est un corps altérable à l'air et à la lumière. La chaleur le décompose facilement, avec mise en liberté du mercure.

» II. *Bromomercurate de pipéridine.* — Dans de la pipéridine refroidie, on dissout, par très petites quantités, du bromure mercurique pur et sec, très finement pulvérisé; il y a une très notable réduction du sel de mercure. Quand la saturation est obtenue, on laisse déposer le mercure résultant de la réduction de $HgBr^2$ par $C^5H^{11}Az$, et l'on décante le liquide surnageant. On dissout alors une nouvelle proportion de $HgBr^2$, en laissant cette fois la solution s'échauffer, et on l'abandonne à l'abri de la lumière avec un léger excès de bromure de mercure non dissous. Il se dépose, sur les parois du vase, des houppes soyeuses qui se transforment en aiguilles transparentes. Séchées rapidement entre des doubles de papier, elles répondent à la formule

$$HgBr^2.2C^5H^{11}Az.$$

C'est un corps très altérable, qu'une légère élévation de température détruit, avec mise en liberté de mercure. Il est décomposable par l'eau, avec formation de produits insolubles.

» III. *Cyanomercurate de pipéridine.* — La pipéridine légèrement chauffée dissout très facilement le cyanure de mercure, sans que cette dissolution soit accompagnée d'une réduction notable. La solution, filtrée encore chaude, abandonne des cristaux transparents qui, séchés entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$HgCy^2.2C^5H^{11}Az.$$

Lorsque l'on chauffe ce composé avec précaution, il fond vers 85° en un liquide légère-

ment jaunâtre, sans qu'il y ait réduction du cyanure de mercure, ni dégagement de pipéridine; ce liquide se prend, par refroidissement, en une masse cristalline constituée par de fines aiguilles. Ce corps se dissout lentement dans l'eau froide, sans formation de produits insolubles.

» IV. *Iodomercurate de pipéridine.* — Quand on verse de la pipéridine sur de l'iodure mercurique finement pulvérisé, ce dernier jaunit légèrement, en même temps qu'une très notable élévation de température se produit. Puis la masse verdit et se prend en gelée. On chauffe au bain-marie pour la fluidifier, en ayant soin de la triturer avec un agitateur. En continuant de chauffer jusqu'à disparition de l'iodure mercurique, on obtient un liquide sirupeux. Par refroidissement, il abandonne des cristaux blancs répondant à la formule

$$HgI^2.2C^5H^{11}Az.$$

La solution de ce corps dans la pipéridine, portée à l'ébullition, laisse déposer du mercure. Cette combinaison est beaucoup plus stable que le chloromercurate et le bromomercurate de mercure.

» V. *Action de la pipéridine sur les sels mercureux.* — Les chlorure, bromure, iodure mercureux, traités par la pipéridine, sont décomposés en mercure métallique et en sels mercuriques qui entrent en combinaison avec la base

» Si nous comparons ces résultats à ceux qui ont été obtenus précédemment avec le gaz ammoniac et la pyridine, nous constatons que, à la température ordinaire, les sels halogénés de mercure traités par un excès de ces composés donnent des combinaisons contenant 2 molécules de base pour 1 molécule de sel de mercure. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les échanges d'acide carbonique et d'oxygène entre les plantes et l'atmosphère.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« On a beaucoup étudié les échanges d'acide carbonique et d'oxygène ayant lieu entre les plantes et l'atmosphère. D'éminents physiologistes ont produit sur ce sujet, il y a longtemps déjà et aussi il y a quelques années, des travaux considérables et bien connus, dans lesquels ils ont tantôt cherché à distinguer la respiration et l'assimilation du carbone, tantôt considéré l'ensemble de leurs effets. Leurs expériences ont toujours été, à ma connaissance, exécutées non sur des plantes entières, mais sur des parties de plantes, plus ou moins étendues, le plus souvent séparées des sujets auxquels elles appartenaient; très généralement elles n'ont eu et n'ont pu avoir qu'une durée limitée à quelques heures; de plus, il est arrivé qu'elles ont conduit à des résultats contradictoires, ce qui s'explique par la complexité des phénomènes examinés. Pour ces raisons, il serait malaisé, sinon impossible, d'en tirer la réponse à une question qu'elles

sembleraient pourtant devoir résoudre et qui intéresse à un haut degré la nutrition végétale : quelle est, pour une plante entière et pour toute son existence, la résultante des échanges d'acide carbonique et d'oxygène qu'elle effectue avec l'air ambiant? Combien d'oxygène dégage-t-elle pour un volume donné d'acide carbonique qu'elle fait disparaître?

» Telle est la question à laquelle se rapportent les recherches qui vont être résumées. Je l'ai abordée par la méthode qui m'a paru la plus directe et qui consiste à faire vivre des plantes en vases clos et à étudier les variations de l'acide carbonique et de l'oxygène enfermés avec elles.

» J'ai d'abord employé aux expériences l'appareil qui nous a servi, à M. Laurent et moi, dans nos études sur la fixation de l'azote libre par les plantes.

» Les graines une fois semées, on fait le vide dans l'appareil; on y introduit des volumes rigoureusement mesurés d'oxygène et d'azote, dans la proportion de 20 du premier gaz pour 80 du second. Au cours de la végétation, l'atmosphère interne est, de temps à autre, analysée (sur des échantillons de 1^{cc}) et, suivant les besoins, additionnée d'acide carbonique en quantités parfaitement déterminées ou débarrassée d'une portion de son oxygène par circulation sur du cuivre chauffé au rouge. Finalement, on extrait les gaz, on les mesure et on détermine la proportion de chacun par une analyse eudiométrique très soignée. On sépare de l'appareil le tube renfermant le cuivre; on réduit l'oxyde par l'hydrogène pur, en recueillant exactement l'eau formée ([1]), d'où l'on déduit l'oxygène qui avait été fixé par le métal.

» Pour absorber la vapeur de mercure qui a pu être apportée par les gaz, on a placé dans l'appareil un bâton de soufre. Le poids de ce bâton, d'environ 20^{gr}, n'a pas varié de 2^{mgr} au cours des expériences. On n'a donc pas à craindre que le soufre ait pu consommer une quantité appréciable d'oxygène. Les plantes n'ont, d'ailleurs, jamais paru souffrir de la présence de vapeur mercurielle.

» D'après les résultats des différentes déterminations effectuées, il est facile de connaître à la fin d'une expérience la quantité totale de l'acide carbonique pris par les plantes et celle de l'oxygène qu'elles ont émis. Mais il y a à cela une condition, c'est que le sol ne soit pas intervenu pour modifier la composition de l'atmosphère gazeuse, en donnant, par combustion lente de sa matière organique, de l'acide carbonique et absorbant de l'oxygène. C'est pourquoi j'ai pris comme sol un sable quartzeux presque absolument exempt de matière organique.

» Dans chacune des expériences I et II, on a mis en œuvre 2500^{gr} de ce sable addi-

---

([1]) Ainsi qu'un peu d'acide carbonique qui a été fixé par le cuivre et qu'on fait entrer dans le compte de l'acide carbonique.

tionné de $2^{gr},500$ de carbonate de chaux pur et de solution nutritive; on a calciné les 100^{gr} formant la couche superficielle pour éviter la production des algues. Une recherche ultérieure a montré que, pendant les six semaines qu'ont duré ces expériences, le sol a dû fournir à très peu près 12^{cc} d'acide carbonique et faire disparaître autant d'oxygène; j'ai tenu compte, dans les chiffres donnés ci-dessous, de cette petite correction.

» L'addition au sol de carbonate de chaux a peut-être introduit une très légère erreur. Il est possible que les sucs acides des racines, agissant sur ce sel, aient dégagé de faibles quantités d'acide carbonique. Si une telle action s'est produite, elle a certainement été très limitée et n'a pas altéré le sens des résultats; car, dans la suite, en l'absence de carbonate de chaux, les mêmes résultats ont été retrouvés.

» Les premières expériences faites ont porté sur le Cresson à larges feuilles et l'Houque laineuse. Voici les chiffres qu'elles ont fournis :

	I. Cresson à larges feuilles, semé le 28 avril, récolté le 14 juin.		II. Houque laineuse, semée le 28 avril, récoltée le 10 juin.	
Poids des graines		$43^{mgr},7$		50^{mgr}
Azote gazeux mis en œuvre		2815^{cc}		2725^{cc}
CO^2 introduit	$1371^{cc},8$	1383,8	1546,0	1558,0
CO^2 dégagé par le sol	$12^{cc},0$		12,0	
CO^2 extrait finalement		212,3		57,0
CO^2 disparu par le fait des plantes		1171,5		1501,0
O introduit		915,7		911,2
O extrait à l'état gazeux	$1142^{cc},0$		971,4	
O fixé par le cuivre	$1325^{cc},4$	2479,4	1763,8	2747,2
O absorbé par le sol	$12^{cc},0$		12,0	
O apparu par le fait des plantes		1563,4		1836,0
$\frac{CO^2 \text{ disparu}}{O \text{ apparu}}$		0,75		0,82

» Constatons seulement aujourd'hui la différence existant entre l'acide carbonique disparu et l'oxygène apparu par le fait des plantes expérimentées pendant les six premières semaines de leur végétation. J'espère présenter prochainement la suite de ces expériences et les conséquences qu'on en peut tirer. »

TÉRATOLOGIE. — *Un nouveau cas de Xiphopage vivant : les sœurs* Radica-Doodica d'Orissa. Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Ces jours derniers, on pouvait voir à Bruxelles deux fillettes, âgées de trois ans et deux mois, réunies au niveau de la région sus-ombilicale, depuis l'appendice xiphoïde jusqu'à la cicatrice du nombril, et désignées sous le nom de *Radica-Doodica Khéttro-naik* ou de *The Orissa twins*. Ces enfants sont nées à Nowaparah, district d'Anghul, province d'Orissa, au sud de Calcutta, aux Indes anglaises.

» Elles constituent un exemple typique du genre de monstres doubles désigné sous le nom de *Xiphopage* dans la classification d'I. Geoffroy Saint-Hilaire. Ce genre rentre dans la classe des monstres doubles, dits autositaires, tribu des « Pages », famille des Monomphaliens.

» Ce cas est absolument comparable à celui des frères siamois, Chang et Eng, dont l'histoire est universellement connue. C'est la huitième observation de xiphopage ayant vécu, car, en dehors des cinq cas mentionnés dans l'histoire des anomalies, M. Dareste [1] en a mentionné deux autres (Böhm, Biaudet et Bugnion).

» Le but de cette Note n'est pas seulement de signaler l'existence de ce monstre, dont la description sera ultérieurement publiée avec détails, mais d'insister sur l'une des constatations que nous avons pu faire au cours d'un examen approfondi. A l'aide des moyens journellement employés en clinique (palpation, percussion, auscultation minutieuse des régions thoraciques), il a été facile de déterminer exactement la situation des cœurs et des foies : fait capital, *aucun des sujets composants ne présente d'inversion des viscères*.

» On a prétendu que, chez l'un des sujets (Radica), il y avait inversion du cœur [2]. Ne croyant pas *a priori*, en raison des faits antérieurement publiés [frères siamois, cas de Biaudet et Bugnion [3]], à la réalité de

---

[1] *Histoire générale et particulière des Anomalies*, 1836, t. III, p. 80. *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*, 2e édition, p. 552-554, 1891.

[2] *La Clinique*, de Bruxelles, 10 novembre 1892, p. 707.

[3] *Revue médicale de la Suisse romande*, n° 3, 1882.

cette transposition, du moins chez les Xiphopages vrais, nous avons fait cet examen avec un soin tout particulier et nous croyons pouvoir affirmer que l'inversion n'existe pas; il est d'ailleurs aisé de soupçonner comment certains observateurs ont été induits en erreur.

» Cette constatation est des plus intéressantes, au double point de vue théorique et chirurgical. Elle prouve d'abord que la subdivision des Xiphopages de I. Geoffroy Saint-Hilaire en *Xiphopages proprement dits* et en *Thoracopages,* proposée par M. Dareste, est parfaitement légitime. Peut-on expliquer cette absence d'inversion, en contradiction flagrante avec la théorie de Serres? M. Dareste a émis une hypothèse très acceptable, que nous nous permettons de présenter, en la modifiant légèrement, de la façon suivante : Quand, dans un œuf à deux germes fécondés, se développant parallèlement, il se produit un monstre double du genre Xiphopage, les deux lignes primitives ont dû se trouver, au début, assez éloignées l'une de l'autre et situées presque à chacun des pôles de la masse ovulaire; et, quand les embryons, d'ailleurs bien conformés, ont grandi, ils se sont fait face l'un à l'autre par les régions antérieures de leur corps.

» De plus, l'intervention chirurgicale dans un cas de ce genre est parfaitement possible. Elle est indiquée actuellement; car, si l'on attendait que l'une des sœurs tombât gravement malade pour effectuer la séparation, les chances de survie des deux sujets composants diminueraient très notablement. A supposer qu'il y eût union des lobes des foies, et même adhérence ou anastomose entre deux anses intestinales (ce qui n'est pas probable), l'intervention pourrait être suivie d'une double guérison. D'ailleurs elle a été tentée plusieurs fois et exécutée par Kœnig avec un succès total ([1]), puis par Böhm (de Gunzenhausen) avec un succès partiel sur ses propres filles ([2]), dont l'une vivait encore cinq ans après. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Remarques sur le pied des Batraciens et des Sauriens.* Note de M. A. **Perrin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Après avoir étudié le pied d'un certain nombre d'Urodèles, d'Anoures et de Sauriens, je crois pouvoir, autant que le permet le nombre forcé-

---

([1]) *Miscellanea curiosa sive ephemer. medico-phys.,* décurie II, année VIII, 1689, p. 305, observ. 145.

([2]) *Virchov's Archiv,* 1886, t. XXXVI, p. 152.

ment restreint de mes dissections, formuler les conclusions suivantes relatives soit à la musculature, soit au squelette du pied.

» Contrairement aux résultats trouvés par mes prédécesseurs, dans chacun de ces trois ordres, les muscles du pied présentent la plus grande uniformité. Les différences peu nombreuses portent sur l'absence de quelques muscles dans certaines espèces et non, sauf de très rares exceptions sans importance, sur des modifications dans leurs insertions.

» Chez les Batraciens, les extenseurs des doigts naissent tous du tarse. Les fléchisseurs des métatarsiens et des doigts forment deux couches : la plus profonde est formée de muscles très courts reliant chaque segment au segment immédiatement voisin ; la couche superficielle est formée de muscles plus longs, présentant une large aponévrose plantaire, qui est superficielle ainsi que les tendons qui en partent pour aboutir aux segments terminaux des doigts.

» Chez les Sauriens, les extenseurs des doigts naissent aussi du tarse. Les fléchisseurs des métatarsiens et des doigts présentent également deux couches. La couche profonde est l'homologue de la couche superficielle des Batraciens. La couche superficielle des Sauriens n'a pas d'homologue chez les Batraciens, pas plus que la couche profonde de ces derniers n'a d'homologue chez les Sauriens. Les fléchisseurs superficiels des Sauriens, pour se fixer aux segments des doigts, entourent de leurs tendons ceux de la couche profonde, et c'est la première apparition des muscles perforés et perforants des vertébrés supérieurs.

» L'étude des muscles homologues m'a permis de constater que les segments extrêmes des doigts ou phalangettes sont homologues. Il en est de même des segments basilaires ou phalanges articulés avec les métatarsiens. Lorsqu'il y a plus de deux segments, les nouveaux venus se placent successivement entre la phalange et le segment suivant. Par exemple, chez les Anoures, où le quatrième doigt a quatre segments, le troisième correspond au deuxième segment des troisième ou cinquième doigts, qui n'ont que trois segments, tandis que le deuxième segment du quatrième doigt n'a pas d'homologue aux autres doigts.

» La plupart des anatomistes admettent que le pied des vertébrés supérieurs dérive de la nageoire des Sélaciens; Gegenbaur, en particulier, a cherché à retrouver dans le pied des Urodèles les rayons osseux correspondant à ceux des nageoires des poissons. Il admet une série fondamentale passant par le fémur, le tibia, le tibial, les premiers tarsalien et métatarsien et le premier doigt. De cette série se détachent quatre rayons secondaires passant respectivement par les quatre autres doigts.

» J'ai voulu vérifier si la Myologie confirmait cette hypothèse. L'Embryologie et l'Anatomie comparée montrent une dépendance si étroite de l'os vis-à-vis du muscle, que Sabatier a pu écrire : « Les os sont faits pour les muscles plus encore que les muscles pour les os ». Il serait inadmissible qu'il n'y ait pas concordance entre les rayons osseux et les rayons musculaires. Or les fléchisseurs des quatre doigts externes et souvent même du premier doigt naissent du tarse du fibula ou du condyle externe du fémur; la série fondamentale ne peut donc pas être au bord tibial du membre postérieur. Les insertions tarsiennes des extenseurs des doigts, particulièrement chez les Urodèles, montrent que les relations des doigts avec les os du tarse ne peuvent être telles que les suppose Gegenbaur.

» De l'étude des muscles j'ai conclu que : à partir du fémur, le rayon osseux se divise en deux. La branche interne comprend le tibia, le tibial et le premier doigt avec le tarsien et le métatarsien correspondants. La branche externe passe par le fibula et se divise en deux rameaux. L'interne comprend l'intermédiaire et le central et se divise lui-même en deux branches, passant chacune par le deuxième et le troisième doigt, ainsi que par les tarsiens et métatarsiens correspondants. La branche externe, issue du fibula, comprend le fibulaire et se divise à son tour en deux rameaux pour les quatrième et cinquième doigts, les tarsiens et les métatarsiens correspondants.

» Le pied des Exaliosauriens montre très nettement ces dichotomies des axes osseux. Les études embryologiques de Götte confirment aussi cette manière de voir; cet auteur admet en effet trois rangées dans le tarse : la proximale comprenant le tibial, l'intermédiaire et le fibulaire, la médiane comprenant le premier tarsalien, le central, le quatrième et le cinquième tarsalien, et la cinquième, les deuxième et troisième tarsaliens. »

ZOOLOGIE. — *Sur la croissance asymétrique chez les Annélides polychètes.* Note de M. DE SAINT-JOSEPH, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« On sait combien, chez les Sabellides, le nombre des segments thoraciques est souvent variable dans la même espèce (*Sabella Pavonina* Sav., *Bispira volutacornis* Mont., *Branchiomma vesiculosum* Mont., *Potamilla reniformis* O.-F. Müll., *Dasychone bombyx* Dalyell, etc.). Mais pour ces segments, il existe une autre sorte de variation tout aussi commune, que j'ai

observée à Dinard en 1890; par suite de phénomènes de croissance asymétrique, très fréquemment le nombre des segments thoraciques n'est pas égal des deux côtés du corps chez un seul et même individu.

» Ainsi, chez la *Bispira volutacornis* (l'animal étant vu du côté ventral), il y en a tantôt 7 à gauche et 8 à droite, tantôt 8 à gauche et 7 ou 9 à droite, ou 9 à gauche et 8 ou 10 à droite, ou 11 à gauche et 10 à droite, avec un seul segment d'écart; tantôt 7 à gauche et 9 à droite, ou 9 à gauche et 7 à droite avec deux segments d'écart. Dans le premier cas, ou bien le premier segment sétigère thoracique sans crochets du côté le plus pauvre répond à 2 segments de l'autre côté : le premier sétigère sans crochets, le deuxième sétigère avec crochets, ou bien le dernier segment thoracique est thoracique avec soies dorsales et crochets ventraux, du côté qui est le plus riche et alors de l'autre côté le segment est abdominal, c'est-à-dire avec soies ventrales et crochets dorsaux, ou bien enfin, du côté qui est le plus pauvre, plusieurs segments sont plus écartés que ceux de l'autre côté, de manière à compenser l'espace qui y est occupé par le segment surnuméraire. Dans le deuxième cas, plus rare, quand il y a 7 segments à gauche et 9 à droite, le premier de gauche répond aux trois premiers de droite, et quand il y a 9 segments à gauche et 7 à droite, le premier de droite répond aux deux premiers de gauche, et le troisième de droite aux quatrième et cinquième de gauche.

» Cette asymétrie est très commune chez la *Bispira volutacornis* (par exemple, 6 cas relevés sur 13 animaux de $0^m,06$ à $0^m,11$ recueillis le même jour). Pour la *Sabella Pavonina*, sur 48 exemplaires de $0^m,15$ de long, examinés du côté ventral, je l'observe chez 22 : 6 ont 7 segments à gauche et 8 à droite; 4 en ont 8 à gauche et 7 à droite; 4 en ont 9 à gauche et 8 à droite; 2 en ont 8 à gauche et 9 à droite; 2 en ont 9 à gauche et 6 à droite; 1 en a 6 à gauche et 8 à droite; 1 en a 7 à gauche et 9 à droite; 1 en a 10 à gauche et 9 à droite; 1 en a 11 à gauche et 10 à droite. Chez le *Branchiomma vesiculosum* et la *Dasychone bombyx*, je constate des cas semblables, quoique moins nombreux.

» Je me contente de signaler ces faits sans chercher, pour le moment, la loi qui les régit. Ils sont tellement nombreux et dans une telle proportion qu'il est impossible de les considérer comme des anomalies.

» L'embryogénie ne me paraît pas pouvoir en fournir d'explication suffisante. Tout ce qu'elle nous apprend, c'est que les segments thoraciques des Sabellides sont ceux qui apparaissent les premiers chez les embryons et que les segments abdominaux ne se développent qu'ensuite, comme l'a

constaté M. Roule (¹), chez les larves de *Dasychone lucullana* D. Ch. pour lesquelles il ne parle pas de croissance asymétrique.

» Lorsqu'elle existe, la seule hypothèse que je me permettrais serait de supposer que l'avance prise par un des côtés du corps sera regagnée par l'autre côté, car chez une *Sabella Pavonina* qui a à gauche le 1er et le 2e segment thoracique répondant au premier de droite, je vois se produire, sur la limite inférieure de ce dernier, un très petit mamelon sétigère supplémentaire indiquant qu'il se prépare un deuxième segment de droite devant répondre au deuxième de gauche. Ces phénomènes ne se bornent pas à la région thoracique des Sabellides; ils s'étendent aussi à la région abdominale où ils sont toutefois beaucoup plus rares. Je citerai deux cas observés chez le *Bispira volutacornis* : pour l'un, les 34e et 35e segments abdominaux de gauche répondent au 34e de droite; pour l'autre, les 58e et 59e de gauche répondent au 58e de droite qui est déjà dédoublé sur la moitié de sa largeur, à partir de l'écusson ventral, mais le dédoublement ne va pas plus loin et il n'y a qu'un seul mamelon sétigère ventral et un seul tore uncinigère dorsal.

» Enfin, il est très probable qu'on retrouvera ces croissances asymétriques dans beaucoup d'autres familles d'Annélides polychètes. Ainsi, sur une même *Maclovia gigantea* Gr., de 441 segments, examinée du côté dorsal, dont la tête et les quatre premiers segments sont régénérés, je remarque, du côté gauche du corps seulement, un petit segment appartenant encore à la partie régénérée qui, s'arrêtant au milieu du dos, pénètre comme un coin entre le 4e et le 6e segment et rejette légèrement sur la droite la tête et les quatre segments de droite. Plus loin, les 243e et 244e segments de gauche répondent au 243e de droite et le 244e et 245e de droite au 245e de gauche. La compensation se fait donc immédiatement. Y aura-t-il plus tard un 5e segment de droite? Le 243e de droite et le 245e de gauche se dédoubleront-ils?

» Il y a là tout un ordre de recherches à faire, intéressantes au point de vue de la métaméridation. Dans un travail paru il y a peu de jours et dont j'ai eu connaissance au moment où je termine cette Note, M. Cori (²) a observé des anomalies de segmentation chez le *Lumbricus terrestris* (pour

---

(¹) *Esquisse du développement de la* Dasychone lucullana *D. Ch.* (*Revue des Sciences naturelles de Montpellier*, 3e série, t. IV, liv. IV, p. 463; juin 1885).

(²) *Ueber Anomalien der Segmentirung bei Anneliden, etc.* (*Zeits. für Wiss., zool.*, t. LIV, 1892, 3e liv., p. 569 à 578, et pl. XXV).

8 pour 100 des individus observés), chez la *Diopatra neapolitana*, l'*Halla parthenopea*, l'*Harmodice caruncalata* et un *Lumbriconereis*. »

BOTANIQUE. — *Influence de l'humidité sur la végétation*. Note de M. E. Gain [1], présentée par M. Duchartre.

« Pendant la saison d'été, qui cette année a été d'une sécheresse exceptionnelle, j'ai entrepris des cultures expérimentales en vue de déterminer l'influence de l'humidité du sol et de l'humidité de l'air sur l'évolution des plantes.

» A l'air libre, des arrosages répétés et convenablement distribués ont permis d'obtenir dans trois sols identiques trois degrés d'humidité. La teneur en eau, qui est restée sensiblement constante pendant toute la végétation, était, d'après des dosages nombreux : 15 pour 100 en sol très humide; 10 à 12 pour 100 en sol humide; 3 à 6 pour 100 en sol sec.

» Les cultures ont porté sur des plantes agricoles qui ne sont pas adaptées spécialement à la sécheresse ni à l'humidité.

» Voici les principales conclusions relatives à ces expériences :

» 1° L'action de l'humidité du sol sur une plante est très variable suivant l'habitat ordinaire de cette plante. Elle a un optimum pour chaque plante et chaque organe.

» 2° Une humidité relative du sol produit, dès le commencement de la germination, une accélération considérable dans la croissance.

» 3° L'humidité favorise la croissance de la tige et cette action est d'autant plus forte que la plante est plus jeune.

» 4° La forme de la plante est plus élancée en sol humide qu'en sol sec et le développement du nombre et de la surface totale des feuilles y est plus grand.

» 5° Le développement foliaire, qui est exagéré en sol humide, ne retarde pas sensiblement la floraison et la floraison y est plus précoce.

» 6° Dans un air sec la fructification est plus lente en sol sec qu'en sol humide.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai comparé l'influence de l'humidité dans quatre sols de composition chimique différente, où dominaient

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

respectivement chacun des quatre éléments principaux des terres arables (sable, humus, argile, calcaire).

» La conclusion suivante résume la plupart des résultats : l'influence de l'humidité est très différente suivant les propriétés physiques des sols, surtout au début de la végétation; les différences s'atténuent par la suite.

» Il restait à déterminer comment l'air humide ou l'air sec combinaient leur action à celle du sol.

» Pour cela, des cloches de verre ont été disposées; d'un côté, l'air était saturé d'humidité; de l'autre, du chlorure de calcium et de l'acide sulfurique maintenaient le degré hygrométrique à un minimum très faible.

» L'expérience a porté sur le *Lupinus albus*, et les échantillons ont été placés sous les cloches aussitôt l'apparition des bourgeons floraux. L'opération ayant lieu dans une serre tempérée, la température, vérifiée du reste, est restée sensiblement égale dans les deux cas, et l'influence de l'air humide sur l'éclairement peut être considérée comme négligeable.

» Dans une expérience parallèle, à l'air libre, d'autres Lupins végétaient, comme les premiers, dans une terre riche en humus, où l'humidité du sol est restée pendant toute la végétation, les uns en sol sec, 7-8 pour 100 d'eau, les autres en sol humide, 18,5 — 25 pour 100.

» Voici les dates de floraison pour les quatre lots :

» Air sec, sol sec : 16 septembre. — Air libre, sol sec : 28 septembre.

» Air humide, sol humide : 21 septembre. — Air libre, sol humide : 17 septembre.

» Des cultures de *Zea Maïs, Polygonum fagopyrum, Medicago sativa, Avena sativa*, etc., ont donné des différences d'ordre différent, mais variant dans le même sens. Ainsi :

» Le *Zea Maïs* a fleuri le 20 septembre en sol très humide, le 22 septembre en sol humide, le 28 octobre en sol sec.

» Il résulte de ces différentes observations :

» *Que la floraison se trouve retardée, soit par le sol sec, soit par l'air humide, et qu'elle se trouve, au contraire, hâtée, soit par l'air sec, soit par le sol humide.*

» Dans la pratique, ces différents facteurs se trouvent combinés deux à deux, et nous constatons la résultante de deux influences qui peuvent, soit s'additionner, soit se contrarier.

» Les deux facteurs qui retardent la floraison sont sol sec et air humide. Ces conditions défavorables ne sont guère réalisées que dans des pays brumeux, sur des sols peu hygroscopiques et très perméables.

» On peut trouver, par contre, très souvent réunis l'air humide avec le sol humide (années pluvieuses et sols peu perméables), ou bien l'air

sec et le sol sec (années sèches, contrées chaudes). Dans le premier cas, le retard causé par l'air humide l'emporte de beaucoup sur l'avantage procuré par le sol humide, et la floraison est très tardive. Dans le second cas, l'avantage procuré par l'air sec produit une floraison plus précoce.

» Enfin, les deux conditions favorables peuvent être réalisées par l'homme dans toutes les contrées méridionales et même partout pendant les années relativement sèches : ce résultat s'obtient par les irrigations.

» La plante bénéficiant alors d'un air sec et d'un sol humide, les résultats sont surprenants. La floraison est alors activée d'une façon considérable et trois végétations peuvent se succéder là où, sans le sol humide, on n'aurait obtenu que une ou deux végétations complètes (prairies, etc.).

» L'influence de l'humidité sur la floraison peut donc se classer ainsi : *air sec*, très favorable à la floraison; *sol humide*, favorable à la floraison; *sol sec*, défavorable; *air humide*, très défavorable à la floraison.

» Au point de vue agricole, il faut en conclure que : dans une année sèche, ou bien dans un pays où les pluies ne sont pas fréquentes, l'*irrigation* ou l'*arrosage* sont de la plus haute importance pour amener une floraison précoce. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur le mode de production du parfum dans les fleurs* (1). Note de M. **E. Mesnard**, présentée par M. Duchartre.

« L'insuffisance des procédés microchimiques employés jusqu'ici n'a pas permis de connaître exactement le mode de production du parfum des fleurs. J'ai appliqué à ce genre de recherches un procédé général qui m'a également donné la localisation des huiles grasses.

» *Méthode de technique*. — Les coupes sont placées dans une goutte de *glycérine pure fortement sucrée*, déposée sur une lamelle couvre-objet ronde qui, renversée la face supérieure en bas, sert de couvercle à une petite chambre formée par un anneau de verre collé sur une lame porte-objet. Dans l'intérieur de cette chambre, on fixe également un autre anneau de diamètre plus petit et de hauteur moindre; il détermine avec le premier la formation d'un espace annulaire dans lequel on met le réactif. De cette façon, l'éclairage n'est pas modifié dans la partie centrale. Au surplus, l'anneau interne peut servir de support à une lamelle couvre-objet plus petite, sur laquelle on dépose les coupes qui doivent être exposées longtemps à l'action du réactif, comme cela arrive pour les huiles grasses.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

» Le réactif employé dans tous les cas est l'*acide chlorhydrique* pur, capable, comme on sait, d'émettre d'abondantes vapeurs d'hydrates acides. La glycérine sucrée, qui est très avide d'eau, s'en empare facilement.

» De cette façon j'obtiens, par une action lente et facile à limiter, l'hydratation complète des coupes en présence d'un acide.

» Au bout de quelques instants, les huiles essentielles, exposées au réactif, apparaissent en gouttelettes sphériques d'un beau jaune d'or transparent. Si l'action se prolonge, les gouttelettes disparaissent transformées en produits diffusibles. Une telle disposition des globules n'a jamais lieu avec les huiles grasses, d'où un procédé qui permet de distinguer ces deux catégories de produits.

» Localisation des huiles essentielles dans quelques fleurs. — 1° *Jasmin.* — L'essence est localisée dans la rangée de cellules épidermiques qui recouvre la *face supérieure* des pétales et des sépales. Quelques gouttelettes existent aussi dans l'assise correspondante de la face inférieure; sur la face inférieure des sépales elles se colorent par un pigment violet. Si l'on suit l'évolution du contenu des cellules dans des fleurs à différents états de développement, on ne trouve d'abord que de la chlorophylle dans le tissu; on voit ensuite apparaître du tannin, ou plutôt des glucosides intermédiaires, difficiles à mettre en évidence avec les réactifs ordinaires de ces substances. Ces glucosides fournissent du tannin et des pigments à la face inférieure des sépales. Les vapeurs d'acide chlorhydrique permettent d'ailleurs de distinguer tous les composés tannoïdes intermédiaires entre la chlorophylle et le tannin ou les pigments d'une part, entre la chlorophylle et l'huile essentielle d'autre part.

» L'explication de ces faits me semble devoir être la suivante :

» Tandis que sur la face inférieure, qui était exposée dans le bouton à l'action de la lumière et de l'oxygène de l'air, les composés tannoïdes s'oxydaient lentement et donnaient naissance à du tannin, sur la face supérieure au contraire, qui était masquée dans le bouton, la lumière et l'oxygène faisant défaut, les mêmes composés donnaient l'huile essentielle, qui a la propriété de s'oxyder au contact de l'air et de produire la sensation du parfum.

» 2° *Roses.* — L'essence de roses se trouve dans les cellules épidermiques papilliformes (¹) de la face supérieure des pétales. Il n'y en a presque jamais sur la face inférieure. On peut facilement reconnaître que l'origine de l'essence est la même que dans le cas précédent.

» La finesse et l'odeur spéciale de l'essence fournie par chaque variété de rose semble dépendre de la transformation plus ou moins complète des composés tannoïdes intermédiaires dérivés de la chlorophylle.

» 3° *Violettes.* — Même localisation de l'essence. Toutefois, avant de soumettre la coupe au réactif, il est bon de la plonger pendant quelques minutes dans l'auto-tungstate de soude, qui précipite le tannin. L'essence apparaît alors en rouge vif.

» 4° *Tubéreuse.* — L'essence se trouve, cette fois, sur la face *inférieure* des diffé-

(¹) Blondel, *Produit sodorants des Rosiers* (Thèse de la Faculté de Médecine, 1889).

rentes parties du périanthe. Les cellules intermédiaires renferment une huile grasse. Le tannin est à peine saisissable.

» Ici donc, par suite de l'abondance de la chlorophylle au début, de l'absence presque complète du tannin et aussi probablement de la présence de l'huile grasse qui l'a entraînée vers la périphérie, l'huile essentielle s'est portée vers la face inférieure.

» L'odeur intense de la tubéreuse ne commence à se révéler que lorsque l'essence est susceptible de se réunir en gouttelettes sous l'influence du réactif.

» 5° *Oranger*. — Le réactif décèle la présence de plusieurs sortes d'essences. D'abord celle des poches sécrétrices qui viennent s'ouvrir sur la face inférieure des pétales ou des sépales et qui n'est pas l'*essence de néroli*, comme on le croit généralement, mais une essence analogue au petit grain. En détruisant adroitement ces poches dans un bouton non encore ouvert, on ne nuit en rien à l'odeur suave de la fleur lorsqu'elle s'épanouit. On trouve encore de l'essence dans l'épiderme des deux faces des pétales et même sur tout le pourtour des filets pétaliformes des étamines.

» En empêchant, systématiquement, par des expériences variées, le dégagement du parfum dans ces différentes régions, j'ai pu m'assurer que, seule, l'odeur de la face supérieure des pétales correspondait au néroli le plus fin. L'odeur de la fleur est donc une résultante.

» On peut conclure de ces recherches que :

» 1° *L'huile essentielle se trouve généralement localisée dans les cellules épidermiques de la face supérieure des pétales ou des sépales*. Elle peut exister sur les deux faces, surtout si les pièces florales sont complètement cachées dans le bouton. La face inférieure renferme généralement du tannin ou des pigments qui en dérivent.

» 2° *La chlorophylle semble, dans tous les cas, donner naissance à l'huile essentielle*. Cette transformation se comprend si l'on admet, comme on le fait généralement, que les pièces florales ne sont que des feuilles modifiées en vue d'une fonction nouvelle. La chlorophylle se trouve alors détournée de son but et elle se transforme soit en composés tannoïdes persistants, soit en huiles essentielles.

» 3° *Le dégagement du parfum de la fleur ne se fait sentir que lorsque l'huile essentielle s'est suffisamment dégagée des produits intermédiaires qui lui ont donné naissance et il se trouve en quelque sorte dans un rapport inverse avec la production du tannin et des pigments dans la fleur.*

» Cela expliquerait pourquoi les fleurs à pétales verts n'ont pas d'odeur, pourquoi les fleurs blanches ou roses sont le plus souvent odoriférantes, pourquoi les Composées qui sont riches en tannin [1], ainsi

---

[1] L. Daniel, *Le tannin des Composées* (*Revue générale de Botanique*, t. II, p. 391).

qu'on le sait, ont l'odeur désagréable qu'on leur connaît, pourquoi enfin le Lilas blanc artificiel et les Roses forcées prennent un parfum plus fin. »

BOTANIQUE. — *Sur l'existence d'un appareil conidien chez les Urédinées.* Note de M. PAUL VUILLEMIN, présentée par M. Duchartre.

« Les Urédinées sont des Champignons remarquables par leur polymorphisme. Mais jusqu'ici leurs diverses fructifications ont été ramenées à quatre catégories : les æcidies, les æcidioles, les urédos et les corbeilles à téleutospores. Ce sont des types bien définis, à l'inverse des appareils sporifères indéterminés, réunis sous le nom de *conidies*. En dehors de ces quatre types principaux, on connaissait seulement des formes collectives, résultant du mélange de leurs caractères. Ainsi les *Endophyllum* ont des organes tenant à la fois des œcidies et des téleutospores.

» Dans une espèce de ce genre, l'*Endophyllum Sempervivi* Alb. et Schw., j'ai rencontré en outre un appareil conidien. Le pied de *Sempervivum montanum* L. qui lui servait de support, recueilli à l'Eggischhorn, vers 2500^{m} d'altitude, le 8 août 1890, fut laissé pendant huit jours dans une boîte à herboriser : ce qui permit au parasite de végéter dans un milieu confiné, humide et obscur.

» Outre quelques æcidioles, les feuilles portent les fructifications caractéristiques du genre *Endophyllum,* c'est-à-dire des corbeilles semblables à des æcidies, renfermant des spores qui, à la façon des téleutospores, donnent en germant des protobasides. La corbeille est limitée par un pseudo-parenchyme résultant du feutrage de filaments semblables au mycélium.

» La plupart des corbeilles renferment un appareil conidien. Des filaments de même calibre que les tubes végétatifs se dressent du fond de la cupule, s'insinuent entre les chapelets de téleutospores et, arrivés à la surface de ces derniers, se ramifient et forment une couche dense de tubes recouvrant les téleutospores. Chaque tube s'atténue au sommet en un court stérigmate surmonté d'une conidie. La conidie non cloisonnée est d'un brun violacé, ovale, munie d'une membrane lisse, mince, mais ferme. Elle mesure $8^{\mu},5$ de longueur sur 7^{μ} de largeur. A ces tubes principaux sont entremêlés des filaments stériles, beaucoup plus grêles, analogues à des paraphyses.

» Tous les hyméniums conidiens sont au même degré de développe-

ment, ce qui s'explique par leur apparition simultanée, provoquée par les circonstances extérieures. Au contraire, l'âge des corbeilles envahies est très variable, comme le prouvent la profondeur inégale des cupules et le nombre inconstant des téleutospores. Tantôt les téleutospores sont abondantes et forment des chapelets de dix à douze spores remplissant une corbeille profonde; tantôt les téleutospores se réduisent à une ou deux rangées ou même manquent vers le centre; tantôt l'hyménium conidien s'est organisé d'assez bonne heure pour supprimer toute production de téleutospores. Dans ce dernier cas la cupule est peu profonde.

» Dans les corbeilles diversement pourvues de téleutospores, mais surtout dans celles où les conidies se sont montrées de bonne heure, le péridium multiplie ses filaments à la surface et forme aussi un hyménium conidien. Celui-ci peut même s'étendre sur une aire égalant ou dépassant le diamètre de la corbeille elle-même. On passe ainsi à des fructifications purement conidiennes, ayant toutefois leur point de départ dans les corbeilles à téleutospores.

» Les tubes conidiens ne se sont pas montrés dans les æcidioles. Ces organes, substitués aux téleutospores, représentent, à mon sens, des protobasides ne produisant que la spore terminale connue chez les *Coleosporium*, naissant directement du fond de la corbeille, comme chez les *Chrysomyxa*, sans interposition de la phase d'enkystement à laquelle les téleutospores sont adaptées.

» La découverte, chez une Urédinée, de conidies analogues à celles qui ont été mentionnées chez les Champignons les plus divers, permet, en comblant une dernière lacune, d'étendre à tous les ordres de Champignons pourvus d'un mycélium cloisonné, l'existence d'appareils conidiens. Elle apporte une nouvelle confirmation aux idées de Tulasne sur l'affinité des Urédinées et des Protobasidiomycètes (Trémellinées).

» Des recherches cytologiques m'ont révélé une autre analogie entre ces deux ordres. Le mycélium des Urédinées est formé de cellules typiques, l'espace compris entre deux cloisons consécutives renfermant un seul noyau bien différencié. Cette structure cellulaire est particulièrement facile à observer chez l'*Æcidium Seseli* Niessl. Je l'ai retrouvée dans le mycélium de l'*Exidiopsis quercina*, Protobasidiomycète que j'ai découvert en 1889. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de l'*Actinocamax quadratus *dans la craie pyrénéenne*. Note de MM. **Roussel** et **A. de Grossouvre**, présentée par M. Daubrée.

« La rareté des bélemnitelles est un des caractères qui distinguent la craie du midi de celle du nord de la France. Cependant, M. Toucas a depuis longtemps signalé, dans les couches crétacées de la Provence, quelques débris de bélemnitelles et, dans les Corbières, il en a trouvé un échantillon, récemment décrit par M. Janet sous le nom de *Actinocamax Toucasi*. Mais, jusqu'à ce jour, les deux espèces qui servent à caractériser les assises supérieures de la craie blanche n'ont pas encore été indiquées dans ces régions. En dehors du bassin de Paris, l'*Actinocamax quadratus* a seulement été trouvé par M. Arnaud dans les environs d'Angoulême : c'est le point le plus méridional où cette espèce soit connue en France.

» Nous venons d'en recueillir un échantillon bien typique dans les marnes bleues des environs de Saint-Louis (Aude), qui ont été longtemps regardées comme albiennes, mais que l'un de nous a, depuis plusieurs années, démontré être sénoniennes. Dans ce gisement, l'*Actinocamax quadratus* était accompagné de l'*Actinocamax Toucasi*. Cette découverte prouve donc l'existence du campanien marin dans les Corbières. »

GÉOLOGIE. — *Conséquences stratigraphiques de la Communication précédente;* par M. **A. de Grossouvre**.

« Les marnes bleues que l'on rencontre aux environs de Saint-Louis forment partie d'un ensemble de couches présentant une forte plongée vers le sud, plongée qui se rapproche de plus en plus de la verticale à mesure que l'on monte dans la série. Elles sont comprises entre des calcaires marneux avec *Micraster brevis* et des grès et conglomérats grossiers où l'on rencontre de gros galets quartzeux, des débris de diverses roches crétacées et des fossiles divers : Trigonies, Actéonelles et des Hippurites (*Hippurites bioculatus, Hippurites dilatatus*).

» La coupe générale peut d'ailleurs être résumée de la manière suivante, en allant de haut en bas, c'est-à-dire du sud vers le nord :

» 1° Grès et marnes avec orbitolines et caprines;

» 2° Marnes sans fossiles;

» 3° Marnes à *Micraster brevis;*

» 4° Marnes à *Actinocamax Toucasi;*

» 5° Grès et conglomérats à *Hippurites bioculatus, Hippurites dilatatus;*

» 6° Marnes bleues à l'*Actinocamax Toucasi* et *Actinocamax quadratus;*

» 7° Calcaires marneux à *Micraster brevis*.

» La présence de *Actinocamax quadratus* à une aussi faible distance du niveau à *Micraster brevis*, qui appartient à l'étage conacien, ne peut manquer de surprendre. D'autre part, j'ai démontré antérieurement, par la comparaison des faunes d'ammonites des Corbières avec celles de l'Aquitaine et de l'Allemagne du Nord, que les couches à *Hippurites bioculatus* caractérisées par le *Placenticeras syrtale* sont inférieures à l'assise de l'*Actinocamax quadratus*. La coupe précédente indique donc une succession anormale, qui ne peut s'expliquer qu'en supposant que, de 1 à 6, on a une série renversée, dans laquelle 6 représente le campanien, 5 et 4 le santonien, 3 (récurrence de 7) le conacien, 2 le turonien et 1 le cénomanien.

» De là résulte la confirmation d'une des hypothèses que M. Roussel et moi avons émises dans une Note précédente. Je crois devoir conclure des faits précédents qu'il y a, dans la région de Bugarach Saint-Louis, un renversement des couches et que, par suite, la masse calcaire de recouvrement du pic de Bugarach, déjà signalée en 1889 par M. Carer, doit être considérée comme le noyau d'un pli anticlinal, faisant suite au synclinal de Saint-Paul de Fenouillet et renversé vers le nord sur le synclinal de la vallée de Bugarach.

» Si l'on se reporte, d'autre part, aux coupes des Corbières publiées en 1887 par M. Roussel, on en conclura que ce pli renversé peut se suivre vers l'est jusque au delà de Soulatge et de Cucugnan.

» Les constatations précédentes permettent donc :

» 1° De préciser, dans la craie pyrénéenne, la limite inférieure des assises qui doivent être parallélisées avec la craie à bélemnitelles du bassin de Paris;

» 2° D'affirmer l'existence d'un grand pli couché, qui commence dans les environs de Guillan et se poursuit du côté de l'est jusque vers Cucugnan. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation de la vallée de l'Arve*, Note de M. **Emile Haug**, présentée par M. Fouqué.

« On sait depuis longtemps que l'Arve coule, dans la partie supérieure de son cours, dans une grande vallée synclinale, la vallée de Chamonix, comprise entre le massif des Aiguilles Rouges et celui du mont Blanc. C'est une véritable vallée *longitudinale*, parallèle à la direction générale de la chaîne des Alpes. Le synclinal jurassique de Chamonix s'étend vers le sud-ouest jusqu'aux Contamines ([1]), tandis que l'Arve le quitte aux Houches, pour couler à partir de ce village dans une vallée *transversale*. Je vais m'attacher à prouver que le cours de l'Arve, dans cette vallée transversale, est déterminé partout par d'importantes dislocations, dont le rôle a été de faciliter le travail de l'érosion.

» Nous savons déjà, grâce à un remarquable travail de M. Michel Lévy *Sur la prolongation vers le sud de la chaîne des Aiguilles Rouges,* que la gorge profonde de l'Arve, située entre les Houches et Servoz, correspond à un décrochement, par suite duquel le Prarion, c'est-à-dire la partie méridionale du massif des Aiguilles Rouges, est rejeté vers l'ouest. La continuation de cet accident vers le nord-ouest est malheureusement masquée entièrement par l'éboulement de Servoz, mais, à partir de Passy, on retrouve très nettement, sur la rive droite de l'Arve, une ligne de dislocations rigoureusement parallèle à la direction de la vallée.

» L'étude du soubassement de l'aiguille de Varens et de la Croix de Fer, au nord-est de Sallanches, présente une succession très compliquée de parois verticales de calcaires du dogger et du jurassique supérieur, séparées par des pentes moins escarpées de marnes oxfordiennes. A la cascade d'Arpenaz, le jurassique supérieur forme des contournements justement célèbres, mais difficiles à déchiffrer au premier abord. Tous mes prédécesseurs, et, en dernier, le regretté Maillard, avaient cru y voir deux anticlinaux couchés et superposés. Il n'existe, en réalité, qu'un anticlinal unique, coupé perpendiculairement à sa charnière par une faille inverse, dirigée presque nord-sud, qui a élevé, sur la lèvre orientale, le flanc renversé du pli au niveau du flanc normal de la lèvre occidentale; d'où l'ap-

---

([1]) Les localités citées dans cette Note se trouvent toutes sur la feuille d'Annecy de la Carte de l'État-major, au $\frac{1}{80000}$.

parence de trois parois superposées. Le flanc normal de la partie de l'anticlinal située à l'est de la faille peut être suivi sans interruption vers le sud-est, puis vers l'est, au pied de l'aiguille de Varens, jusqu'au Dérochoir. Quant au flanc normal de la partie de l'anticlinal située à l'ouest de la faille, il s'arrête brusquement au Nant de Luzier, coupé par la faille. Le dogger décrit, au sud de la cascade d'Arpenaz, un anticlinal couché tout à fait semblable à celui du jurassique supérieur; on peut en suivre le flanc normal, qui constitue un abrupt, jusqu'au vallon dans lequel monte la route de Bay; ici, il bute par faille contre les marnes oxfordiennes. Au-dessus de Reninge, après avoir gravi cette première falaise de dogger, haute de 300^{m}, on traverse également les marnes oxfordiennes; puis on rencontre un second et un troisième abrupt de dogger, qui doivent constituer chacun un anticlinal et sont séparés par un synclinal de marnes oxfordiennes. L'axe de ce plissement est dirigé nord-ouest-sud-est, il est, par conséquent, perpendiculaire à l'axe de l'anticlinal d'Arpenaz. Vers le sud-est, le plissement passe tout entier dans les marnes oxfordiennes, ce qui explique leur épaisseur énorme entre le dogger de Passy et la falaise du jurassique supérieur.

» Je suis porté à croire que la poussée qui a donné lieu à ce plissement transversal est la même que celle qui a refoulé au Prarion le houiller sur le trias, ainsi que l'a établi M. Michel Lévy. Les deux accidents se font suite sur les deux rives de l'Arve, mais ici encore c'est l'éboulement de Servoz qui empêche de les raccorder.

» Quoi qu'il en soit, la faille d'Arpenaz et sa continuation vers le sud-est sont rigoureusement parallèles au cours de l'Arve. La faille d'Arpenaz se continue, de la manière la plus nette vers le nord. A la Colonnaz, elle amène en contact l'urgonien et les marnes valanginiennes, le sénonien et l'hauterivien. Aux environs d'Arâches il n'est pas facile de suivre l'accident au milieu du flysch et des calcaires nummulitiques; mais entre la Frasse et Saint-Sigismond, on voit de nouveau l'urgonien de la lèvre occidentale amené au niveau de l'hauterivien de la lèvre orientale. Comme à Arpenaz, c'est donc encore la lèvre orientale qui est relevée et la faille est toujours parallèle au cours de l'Arve, s'infléchissant peu à peu vers le nord-ouest. Entre Cluses et Châtillon elle vient rejoindre la grande ligne de dislocation dirigée est-ouest, le long de laquelle viennent s'écraser d'une part les plis du Chablais, de l'autre ceux du Genevois (montagnes de la Borne et du Fier). Ces plis se rencontrent à angle aigu dans la vallée de l'Arve, mais sans se raccorder. Ici encore, le cours de la rivière corres-

pond à une grande ligne tectonique, dont l'importance avait déjà été reconnue par Maillard et par M. Schardt.

» On voit donc que, depuis l'endroit où elle quitte le synclinal de Chamonix, jusqu'à celui où elle se jette dans la plaine molassique, l'Arve coule dans une véritable vallée tectonique, approfondie, il est vrai, ultérieurement par le travail de l'érosion et déviée vers l'ouest, probablement grâce à la force acquise dans la partie supérieure de son cours.

» La vallée de l'Arve n'est, du reste, pas la seule vallée transversale des Alpes de Savoie qui doive son origine à des dislocations. Le lac d'Annecy a déjà été reconnu par Maillard comme une vallée de cette catégorie. Je puis citer encore la vallée du Giffre, entre Taninges et Sixt, et le cours inférieur du torrent des Fonds, qui constitue sa prolongation naturelle vers le sud-est. J'ai constaté que cette vallée correspondait également à une grande cassure perpendiculaire à la direction des chaînes et grossièrement parallèle à la faille de l'Arve. Les deux accidents coupent à angle droit la continuation vers le sud-ouest des plis de la Dent du Midi; ils forment deux côtés opposés d'un vaste rectangle surélevé, portant le désert de Platé et permettant d'expliquer l'avancée singulière de la bande crétacée des Fiz vers le sud-est, qui est si frappante sur les Cartes géologiques. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur une expérience qui paraît procurer une imitation artificielle de la gémination des canaux de Mars.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Depuis la publication de ma Note du 31 octobre dernier (¹), j'ai varié les conditions dans lesquelles peut être obtenue la gémination d'une ligne noire tracée sur un miroir métallique, par sa juxtaposition avec son ombre réfléchie (²). J'ai donné, en particulier, à l'expérience la forme suivante :

» Le miroir plan des premiers essais a été remplacé par une sphère métallique polie, de 90^{mm} de diamètre, sur laquelle ont été tracées des lignes noires représentant les canaux. La sphère a été recouverte d'une calotte de verre, de $0^{mm},67$ d'épaisseur, en contact immédiat, ou mieux séparée

(¹) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 678 de ce volume.

(²) M. Gilland, préparateur de Géologie au Muséum, vient de me montrer que la gémination peut être également obtenue en substituant, à la mousseline de mes premiers essais, une feuille de verre cannelé.

par un intervalle de 1^{mm} à 3^{mm} et supportant une fine mousseline. La gémination s'est produite à l'aide de cet appareil, comme avec le premier dispositif, et de façon à ressembler bien davantage encore aux dessins qui ont été faits du phénomène naturel par M. Schiaparelli, par M. Perrotin et par d'autres observateurs.

» En examinant le résultat dont il s'agit, on constate que l'écartement, dans chaque gémination, varie avec diverses conditions, dont les principales sont l'angle d'incidence de la lumière solaire, la situation du canal géminé par rapport au centre du disque planétaire, la hauteur au-dessus du sol réfléchissant de la couche lumineuse qui arrête l'ombre. Avec certaines positions relatives de la sphère et du foyer lumineux, il est facile de reconnaître que l'écartement maximum, toutes choses égales d'ailleurs, se produit vers le centre du disque, ce qui est conforme au fait observé directement et plus d'une fois sur Mars.

» L'intérêt principal de ces remarques paraît être de permettre un contrôle de l'hypothèse. Si la gémination résulte, comme je le pense, du phénomène de réflexion qui nous occupe ([1]), on peut prévoir, dans chaque cas, de quel côté d'un canal donné se produira son ombre; il va sans dire que, si l'épreuve est défavorable, je m'empresserai d'abandonner une manière de voir qui ne peut être définitivement admise qu'après démonstration.

» Il résulte de mes essais que la couche nébuleuse où l'ombre se dessine peut se trouver à des hauteurs très diverses au-dessus du miroir, sans amener d'autres modifications dans le résultat que des variations d'intensité et d'écartement, variations qui peuvent être plus ou moins neutralisées d'ailleurs par les changements dans la position du Soleil.

» Enfin, si j'ai eu recours à des lames ou à des globes métalliques, c'est pour rendre le phénomène bien visible et surtout pour pouvoir en obtenir des photographies. Mais on peut faire usage, comme surface réfléchissante, d'une simple feuille de papier blanc : la gémination se produit dans une mousseline qu'on y superpose. D'où la conséquence qu'il ne faudrait pas conclure, de la production des ombres réfléchies dans l'atmosphère de Mars, que l'image du Soleil devrait se dessiner sur la planète comme dans un miroir. »

([1]) La gémination par réflexion, si elle a réellement lieu, diffère essentiellement des phénomènes de réfraction simple ou double qu'on a invoqués quelquefois pour expliquer certaines apparences offertes par la planète Mars.

M. E. Maumené adresse une Note relative à la Communication faite le 7 novembre par M. Raoul Pictet, « Sur un essai de méthode générale de synthèse chimique ».

M. Léopold Hugo adresse une Note « Sur les lignes de moindre résistance de l'écorce terrestre ».

M. A. Berthier adresse une Note relative à une nouvelle méthode interférentielle, pour la reproduction des couleurs par la Photographie.

M. Kleinholf adresse une Note relative aux agrandissements obtenus par la Photographie.

M. Leroy de Kéraniou adresse une Note relative au rôle de la navigation dans les progrès et la propagation des Sciences.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 novembre 1892.

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret et de M. Gaston Darboux, sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique, t. XIV et dernier. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°.

Histoire naturelle des araignées, par Eugène Lemire, 2e édition, t. I, 1er fascicule. Paris, 1892. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Anatomie et Physiologie animales, par Édouard Retterer, Professeur agrégé d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Paris. Paris, Hachette et Cie, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Chauveau.)

La pratique des essais commerciaux. Matières organiques. Matières minérales, par G. Halphen. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1893; 2 vol. in-18. (Présenté par M. Arm. Gautier.)

Traité de Géologie, par A. de Lapparent; 2e Partie : *Géologie proprement dite,* fascicule II. Paris, Savy, 1893; 1 fasc. in-8°.

Manuel de Chimie photographique, par Maumené, Docteur ès Sciences. Paris, 1893; 1 vol. in-18.

Second Glasgow catalogue of 2156 *stars for the epoch* 1890, *deduced from observations made at the Glasgow University Observatory during the years* 1886 *to* 1892, *etc.*, by Robert Grant. Glasgow, 1892; 1 vol. in-4°.

Department of the Interior United States geological Survey, J.-W. Cowell director. *Mineral ressources of the United States. Calendar years* 1889 *and* 1890. David T. day. Washington, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1892.)

Note de M. *A. de Tillo,* Comparaison des observations magnétiques du général Pevzoff.

Page 704, ligne 2 du calcul, longitude de Tohta hon, *au lieu de* 37°3′,5, *lisez* 77°3′,5.

Même page, ligne 3 du calcul et 1re de la page 705, *au lieu de* Chotan, *lisez* Khotan.

Même page, ligne 9 du calcul, longitude de Kourla, *au lieu de* 36°8′,2, *lisez* 86°8′,2.

Même page, calcul du bas de la page et du commencement de la page 705, Déclinaison orientale et Inclinaison N., supprimer la ′ de la tête et remplacer, par conséquent, partout le point par la virgule.

(Séance du 14 novembre 1892.)

Note de M. *M. d'Ocagne,* Sur la sommation d'une certaine classe de séries.

Page 790, 7e ligne en remontant, mettre le signe — devant A_i.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note accompagnant la présentation d'un Ouvrage relatif aux méthodes nouvelles de la Mécanique céleste;* par M. **Poincaré.**

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du premier fascicule du second Volume de mon Ouvrage intitulé : « Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste ».

» Ce fascicule est consacré à l'exposition et à l'extension des méthodes de MM. Newcomb et Lindstedt. M. Newcomb est parvenu à faire disparaître, dans les développements des coordonnées des astres, les termes dits *seculaires,* où le temps sort des signes trigonométriques. Les séries auxquelles il parvient sont, il est vrai, divergentes au sens que les géomètres donnent à ce mot, mais, à la façon de celle de Stirling, elles

peuvent conduire, pratiquement, à des résultats suffisamment approchés.

» Voici quelle est la forme que prennent les développements de M. Newcomb, après les modifications que j'y ai introduites. Les coordonnées des trois corps sont développées suivant les puissances des masses et de quatre constantes d'intégration, que j'appelle α_1, α_2, α_3, α_4, et qui jouent le rôle des excentricités et des inclinaisons.

» Chacun des termes du développement est une fonction périodique de six arguments, que j'appelle ω_1, ω_2, ω'_1, ω'_2, ω'_3, ω'_4 (ou plutôt des différences de ces six arguments). Les dérivées $\frac{d\omega_i}{dt}$ et $\frac{d\omega'_i}{dt}$ sont des constantes qui sont elles-mêmes développables suivant les puissances des masses et des constantes α_i; j'ajoute que $\frac{d\omega'_i}{dt}$ s'annule avec les masses; les dérivées $\frac{d\omega_i}{dt}$ ne sont autre chose que les moyens mouvements.

» En outre, les coordonnées des trois corps vont dépendre des constantes α_i et des arguments ω'_i, d'une manière toute particulière; elles seront, en effet, développables suivant les puissances des $\alpha_i \cos\omega'_i$ et des $\alpha_i \sin\omega'_i$. Si, dans nos expressions, on annule tous les α_i, on retombe sur des séries convergentes qui représentent une solution particulière remarquable, qui est celle que j'ai appelée *solution périodique de la première sorte*.

» Ces résultats auraient pu échapper à l'analyste qui serait simplement parti des équations du mouvement et aurait essayé d'y satisfaire, en y substituant des expressions de cette forme. Pour que cela soit possible, il faut, en effet, qu'une infinité de conditions de forme assez compliquée soient remplies à la fois. Elles le sont, en effet, mais celui qui aborderait le problème par cette voie pourrait bien ne pas le voir du premier coup d'œil.

» Au contraire, l'emploi de la méthode de Jacobi, exposée dans les *Vorlesungen über Dynamik*, rend presque évidente la possibilité du développement. J'ai donc dû diviser le problème en deux parties : démontrer d'abord, par les procédés de Jacobi, la possibilité du développement et revenir ensuite aux équations du mouvement sous leur forme ordinaire, pour déterminer les coefficients.

» Ce mode d'exposition n'est pas sans inconvénient; on risque, en effet, de rebuter le lecteur par d'innombrables changements de variables, qui sont nécessaires pour démontrer la possibilité du développement, mais que l'on n'aurait pas à effectuer dans le calcul des coefficients.

» Ce détour peut être évité par l'emploi d'une méthode un peu diffé-

rente, qui a aussi l'avantage d'abréger les calculs. Je commencerai le second fascicule par l'exposition de cette méthode, et je ne veux ici qu'en indiquer le principe.

» Les équations de la Dynamique peuvent s'écrire

$$(1)\qquad \frac{dx_i}{dt}=\frac{dF}{dy_i},\quad \frac{dy_i}{dt}=-\frac{dF}{dx_i}\qquad (i=1, 2, \ldots, n).$$

» Proposons-nous alors d'exprimer les x_i et les y_i en fonctions périodiques de n paramètres $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$; posons d'ailleurs

$$n_k=\frac{d\omega_k}{dt};$$

et supposons que les n_k soient des constantes. Nos équations (1) deviennent alors

$$(2)\qquad \sum n_k\frac{dx_i}{d\omega_k}=\frac{dF}{dy_i}$$

et

$$(3)\qquad \sum n_k\frac{dy_i}{d\omega_k}=-\frac{dF}{dx_i}.$$

» Mais, au lieu d'envisager ces deux équations (2) et (3), il est plus avantageux d'opérer autrement. Soit

$$(4)\qquad F=\text{const.}$$

l'équation des forces vives; soient ensuite $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$ n constantes quelconques (comme, dans la plupart des cas, les variations des x_i sont petites, nous choisirons x_i^0 peu différent de la valeur moyenne, autour de laquelle oscille x_i). Soit S une fonction auxiliaire des ω_k définie par l'équation

$$(5)\qquad dS=\sum(x_i-x_i^0)\,dy_i,$$

d'où

$$(6)\qquad \frac{dS}{d\omega_k}=\sum(x_i-x_i^0)\frac{dy_i}{d\omega_k}.$$

» Alors, au lieu de nous servir, pour déterminer les x_i et les y_i, des équations (2) et (3), nous nous servirons des équations (3), (4) et (6). Les équations (2) en sont, en effet, une conséquence immédiate.

» Le même principe est applicable, *mutatis mutandis*, au problème des trois corps. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence de centres nerveux distincts pour la perception des couleurs fondamentales du spectre;* par M. A. Chauveau.

« Dans la théorie Yung-Helmholtz, sur le mécanisme de la perception des sensations lumineuses colorées, la sélection des couleurs fondamentales peut être supposée accomplie ou par les éléments impressionnables de la rétine, ou par les conducteurs centripètes qui transportent les excitations lumineuses au *sensorium commune*, ou par les cellules perceptrices auxquelles aboutissent les tubes nerveux conducteurs dans le centre cérébral. Ou bien encore on juge nécessaire d'attribuer, à chacune de ces trois sortes d'éléments, l'indépendance et l'adaptation physiologique spéciale qui créent l'aptitude à la vision séparée des couleurs fondamentales.

» Jusqu'à présent, on ne s'est guère occupé, du moins explicitement, que de la spécialisation possible des organes périphériques, tubes nerveux et rétine, particulièrement des éléments de la couche des cônes. N'est-il pas possible de démontrer que les cellules des centres percepteurs participent aussi à cette spécialisation? J'ai rencontré un nouveau fait qui est favorable à l'admission de cette participation. Il me paraît utile de le faire connaître. Ce fait, je l'ai cherché inutilement pendant bien longtemps. Si le hasard, qui me l'a fait rencontrer après tant d'efforts infructueux, avait leurré l'idée instigatrice qui dirigeait ces efforts, si mon fait n'avait pas réellement la signification que je lui attribue, il n'en resterait pas moins intéressant et curieux.

» Le raisonnement qui a servi de base logique à mes nouvelles recherches est bien simple. On sait quelle marche suit l'assoupissement des organes des sens au moment du sommeil normal ou du sommeil provoqué. Cet assoupissement est loin d'être simultané, et il en est de même du rappel de l'activité au moment du réveil. La simultanéité n'existe même pas pour les sensations diverses qui ont leur siège dans un seul et même organe. La peau, par exemple, ne perd ni ne récupère exactement au même moment l'aptitude aux sensations de tact, de douleur, de chaleur. On sait, de plus, que le rôle essentiel est joué, dans ces phénomènes d'anéantissement et de résurrection, par le système nerveux central, c'est-à-dire par les cellules spécialisées des centres psychiques et, dans une certaine mesure, par celles des noyaux gris auxquels aboutissent les tubes nerveux du système périphérique. En effet, les organes de ce système périphérique ne perdent pas

nécessairement leur activité propre pendant le sommeil. Ainsi, sur l'homme profondément endormi, incapable d'éprouver la moindre sensation visuelle quand on lui entr'ouvre les paupières, la rétine et les tubes du nerf optique conservent parfaitement la propriété de conduire à la moelle allongée les excitations lumineuses qui provoquent le resserrement réflexe de la pupille.

» Il est donc bien établi que les cellules perceptrices des centres nerveux préposés à l'exercice des diverses sensations perdent et recouvrent leur activité avec une inégale rapidité, au moment du sommeil et au moment du réveil. Alors n'est-on pas autorisé à supposer que cette inégalité peut se retrouver dans les trois sortes de cellules centrales qu'on suppose présider à la perception de chacune des trois couleurs fondamentales admises par Yung? Si donc l'expérimentation et l'observation démontraient qu'au début et à la fin de la phase du sommeil, la perception des couleurs fondamentales n'a plus lieu qu'avec éclipse fugitive de l'une ou l'autre d'entre elles, cette lacune ne démontrerait-elle pas, du même coup, que les cellules perceptrices du rouge, du vert et du violet existent en réalité et qu'elles ne sont pas influencées exactement de la même manière par le sommeil?

» Voilà mon raisonnement. Je dirai de suite que les recherches méthodiques qu'il m'a inspirées tout d'abord ont complètement avorté : non pas qu'elles ne fussent susceptibles de réussir à donner une solution ferme en plaidant pour ou contre mon idée préconçue; mais la constatation des résultats était soumise à tant d'aléas que j'ai fini par me rebuter et par abandonner mon entreprise. Il s'agissait, en effet, de s'assurer si les trois couleurs fondamentales étalées à l'aquarelle sur un tableau de papier blanc, convenablement placé dans ma chambre à coucher, seraient toutes vues ou non, avec leur teinte et leur valeur réelles, au moment du réveil. Or, voici ce qui m'arrivait toujours : ou bien je me réveillais avant que le jour fût suffisamment vif; ou bien, j'étais placé, au moment du réveil, de manière à ne pas voir le tableau que j'avais à contempler; ou bien enfin, et ceci était le plus fréquent, j'avais complètement oublié, à l'instant où j'ouvrais les paupières, la petite opération psycho-physique que j'avais à exécuter.

» Comme je suis doué à un assez haut degré de la faculté de m'endormir à volonté, j'avais esquissé un programme pour l'exécution de ces expériences en plein jour, en me plaçant dans des conditions beaucoup moins aléatoires. Mais, sur ces entrefaites, le hasard me mit en possession

d'une autre méthode de recherches, à laquelle je crus devoir m'attacher exclusivement, parce que, d'une part, elle me donnait de fort beaux résultats et que, d'autre part, elle se rattachait à un ensemble d'autres études dont je m'occupais alors.

» Voici le fait qui m'a mis sur la voie de ma nouvelle méthode.

» Étant endormi dans un wagon, je fus réveillé brusquement par une oscillation un peu plus forte que les autres et j'ouvris immédiatement les yeux : ils me parurent aussitôt, et pendant un instant très court, vivement illuminés en vert; le drap gris clair du compartiment et les housses blanches qui le recouvraient me donnèrent, en effet, l'impression très fugitive d'être teints en beau vert clair. C'était aux premières lueurs du matin. Quoique frappé par cette sorte d'apparition extraordinaire et y pensant assez fortement, je ne tardai pas à me rendormir. Au second réveil, j'éprouvai encore la même sensation d'illumination de mes pupilles en vert. Mais, cette fois, un travail mental, s'opérant pour ainsi dire instantanément et machinalement, rapprocha ce fait des tentatives par lesquelles j'essayais alors de démontrer qu'il y a, pour chacune des couleurs fondamentales, une catégorie spéciale de cellules perceptrices. « Mais, » m'écriai-je intérieurement, la démonstration cherchée, la voilà : les ob- » jets blancs ou gris clair m'ont paru verts, au premier moment du réveil, » parce qu'à ce moment les centres percepteurs du vert étaient seuls » éveillés ! » Je conçus de suite le projet de faire des recherches dans cette direction nouvelle. Quoique encore très aléatoires, ces recherches l'étaient beaucoup moins que celles dont j'avais eu l'idée en premier lieu.

» Il est parfaitement inutile que j'expose en détail toutes mes tentatives, avec les incertitudes, les mécomptes du début, le succès constant réservé à l'expérimentateur lorsqu'il parvient à échapper aux pièges qui l'environnent, à son inattention principalement. Je suis aujourd'hui assez sûr des conditions nécessaires à la production du phénomène, ainsi que du phénomène lui-même, pour me sentir autorisé à résumer comme il suit, dans une très courte formule synthétique, tout ce que j'ai à dire sur ce sujet.

» *Si l'on s'endort sur un siège placé obliquement devant une fenêtre laissant arriver, un peu de côté, sur les deux yeux à la fois, la lumière du ciel éclairé par des nuages blancs, les objets de couleur claire existant dans la chambre paraissent illuminés en vert pendant un très court moment, lorsque les paupières se soulèvent au moment même du réveil. Cette illumination, d'un vert très vif et très pur, lorsque les surfaces ou les objets placés dans le champ visuel sont à peu près blancs, occupe toujours tout ce champ visuel.*

» S'agit-il bien là, en effet, d'un phénomène particulier, inédit, indépendant de tous les phénomènes de coloration induite connus jusqu'à présent? Il m'a été facile de m'en convaincre en l'analysant minutieusement et en le comparant aux autres phénomènes plus ou moins analogues. Tout examen fait, j'ai dû conclure que ce phénomène nouveau ne se manifeste jamais que dans les conditions suivantes, absolument étrangères à la production de ceux qui pourraient en être rapprochés.

» 1° *Le phénomène se produit seulement sur les sujets sortant d'un profond sommeil.*

» 2° *Il n'a lieu que si les paupières se soulèvent immédiatement au moment du réveil.*

» En ce qui concerne la première de ces deux conditions, je ne saurais dire combien d'essais variés j'ai faits pour reproduire les résultats de l'expérience sur l'homme à l'état de veille. Dominé, pendant longtemps, par l'idée que je pouvais bien n'avoir affaire qu'à une forme particulière des résultats obtenus dans l'expérience de l'éclairage latéral, j'ai supposé qu'il suffirait peut-être de se tenir longtemps exposé, les yeux fermés, à la lumière d'un ciel blanc, entrant largement de côté par une fenêtre, pour provoquer l'illumination fugitive en vert au moment du relèvement brusque des paupières. C'était une erreur. Dans ces conditions, j'ai toujours vu apparaître immédiatement, avec leurs couleurs vraies, les objets contenus dans la chambre.

» Donc, *le sommeil préalable est bien la condition* sine qua non *de la manifestation du phénomène de l'illumination en vert, au premier moment de l'irruption de la lumière blanche au fond de l'œil.*

» La seconde condition est non moins indispensable. Il m'est arrivé souvent, ayant perdu le souvenir de l'expérience à laquelle je me livrais, de rester les yeux fermés pendant quelques instants après le réveil : alors l'illumination en vert ne se manifestait pas au moment où les paupières se relevaient.

» D'où j'ai dû conclure que, *pour éprouver la fugitive sensation de vive coloration verte des objets quand les yeux s'ouvrent après le sommeil, il faut que la vue de ces objets frappe les yeux très peu de temps après le réveil.*

» Comment interpréter ce phénomène de perception chromatique? On ne le peut, à mon avis, autrement qu'avec l'aide de la théorie Yung-Helmholtz et en y faisant jouer le principal rôle aux cellules perceptrices des centres nerveux. C'est bien là un de ces cas dans lesquels se révèle l'aptitude de l'œil à analyser la lumière blanche, à y voir seulement l'une de ses

couleurs fondamentales ou la teinte complémentaire, par le fait d'une modalité particulière très fugitive des cellules perceptrices des centres nerveux.

» On remarquera d'abord que l'isolement du vert de la lumière blanche, dans mon expérience, donne une sorte de réalité objective à l'une des couleurs fondamentales admises par Yung. Cet isolement concourt certainement à montrer l'appareil rétinien, ses conducteurs centripètes et les groupes de cellules réceptrices, auxquels ces conducteurs aboutissent dans les centres nerveux, comme étant disposés pour la perception indépendante des trois couleurs fondamentales qui composent la lumière blanche. Les vibrations lumineuses répondant à ces trois couleurs, séparées ou combinées, arrivent sur la rétine et l'excitent chacune à sa manière. Puis les trois excitations colorées, transportées par un conducteur commun ou par des conducteurs spéciaux (ce qui est indifférent), sont amenées chacune à une cellule spécialisée des centres percepteurs, qui en prennent connaissance soit à l'état d'isolement, soit à l'état de combinaison ou de fusion, suivant la diversité des ondes lumineuses impressionnantes.

» Il suffit, comme on voit, dans cette manière de présenter la théorie Yung-Helmholtz, d'admettre l'indépendance et la spécialisation fonctionnelle des cellules centrales préposées à la perception des trois couleurs. Peut-être même la supposition d'une seule espèce de cellules réceptrices suffirait-elle à l'explication cherchée, si l'on admettait que chacune d'elles est douée de trois propriétés distinctes, lui permettant de répondre isolément ou simultanément aux vibrations du rouge, du vert et du violet. Mais, pour la commodité de l'exposition et en me conformant, du reste, à l'exemple déjà donné par Helmholtz, en ce qui regarde les tubes nerveux préposés à la conduction des excitations colorées, je continuerai à raisonner comme si la propriété de perception des couleurs fondamentales appartenait sûrement à trois sortes de cellules spéciales.

» Les choses étant comme nous venons de le supposer, on s'explique très bien que, si un artifice expérimental quelconque vient à éteindre passagèrement l'activité de deux de ces organes percepteurs, la lumière blanche qui frappera la rétine ne pourra être vue qu'avec la couleur à la perception de laquelle est destiné l'organule resté seul actif. Par exemple, si ce sont les cellules préposées à la perception du rouge et du violet qui sont paralysées, l'œil ne percevra que le vert dans la lumière blanche.

» On peut de même supposer que les trois centres, après avoir été pas-

sagèrement paralysés, ne recouvrent pas tous simultanément leur activité. Si ce sont les organes du rouge et du violet qui retardent, le vert, cette fois encore, sera perçu seul dans la lumière blanche, jusqu'au moment où la réviviscence sera complète dans les trois sortes de cellules réceptrices.

» On devine maintenant le parti qui peut être tiré de ces prémisses pour expliquer les caractères du phénomène nouveau dont il est ici question. Notre conclusion, d'accord avec ces prémisses, est conforme aux prévisions exposées au début de cette Note : c'est que l'illumination de l'œil en vert, au moment du réveil, s'explique très bien par un défaut de simultanéité dans la récupération de l'activité des trois centres percepteurs de la lumière colorée. Les cellules du vert sont en très légère avance sur celles du rouge et du violet. D'où la sensation très fugitive d'une belle coloration verte quand le regard, au moment même du réveil, tombe sur une surface blanche.

» Voilà mon explication. Est-elle complète? Le mécanisme de cette très courte illumination en vert ne comporte-t-il pas d'autres facteurs? Il y en a certainement. Ainsi, dans notre dispositif expérimental, quoique les paupières soient fermées, les globes oculaires sont exposés, pendant le sommeil, à l'action de la lumière blanche. L'illumination en rouge pourpre, qui en résulte pour le fond de l'œil, en provoquant une certaine fatigue des organes du rouge pourpre, favorise sans doute du même coup les organes percepteurs du vert. Mais ce ne peut être là qu'une cause simplement adjuvante. Le principal mécanisme de l'illumination en vert, au moment du réveil, réside nécessairement dans une inégale rapidité de la réviviscence des centres préposés à la vision des couleurs.

» Voici, résumées sous forme systématique, les propositions que l'on peut tirer de la présente étude :

» 1° Le vert, par démonstration directe, le rouge et le violet, par déduction, semblent bien avoir droit, physiologiquement parlant, à la qualification de couleurs fondamentales qui leur a été attribuée par Yung;

» 2° Il y a, en effet, dans les centres nerveux, pour la perception de ces couleurs, des cellules distinctes, ou tout au moins douées de trois sensibilités indépendantes : une qui est excitée par les vibrations du rouge, l'autre par celles du vert et la troisième par les vibrations du violet;

» 3° Ces propriétés, assoupies pendant le sommeil, ne reviennent pas simultanément à l'activité. C'est l'aptitude à la perception du vert qui se réveille la première;

» 4° Aussi l'homme endormi près d'une fenêtre, laissant arriver la lumière du ciel à peu près également sur les deux yeux, voit-il, dans la chambre, quand les paupières se relèvent au moment même du réveil, les objets blancs ou gris illuminés fugitivement en vert très vif et très pur;

» 5° L'œil normal possède donc l'aptitude à analyser la lumière blanche et à la décomposer en ses couleurs fondamentales, par un procédé psycho-physique résultant de l'intervention de modalités particulières, plus ou moins fugitives, imprimées aux cellules perceptrices des centres nerveux.

» La netteté tranchante donnée intentionnellement à ces propositions facilitera les objections et les critiques auxquelles donne prise le déterminisme du phénomène exploité dans cette étude, surtout celles que je me propose de présenter moi-même dans une prochaine Note. »

Note sur l'observatoire du mont Blanc; par M. **J. Janssen.**

« L'Académie a bien voulu s'intéresser aux travaux de Physique céleste que j'ai exécutés depuis 1888 au mont Blanc et à la création de l'observatoire que j'ai proposé d'y ériger et auquel se sont si noblement associés de généreux amis des Sciences, dont les noms sont actuellement connus et parmi lesquels nous distinguons, pour la part si grande qu'ils ont voulu y prendre, un Confrère dont le nom restera associé aux plus belles créations astronomiques privées de ce siècle et le Prince qui porte un des grands noms de notre histoire et qui se crée tous les jours des titres de plus en plus nombreux à la reconnaissance de la Science française [1].

» Je viens, dans cette Note, donner à l'Académie des nouvelles des travaux qui ont été exécutés cette année.

» L'Académie se rappelle que tout d'abord j'ai insisté sur la nécessité, pour toute une classe d'observations, de s'établir sur le sommet lui-même,

---

(1) Depuis, à ma demande, les généreux coopérateurs de l'observatoire du mont Blanc se sont constitués en une société dont M. le Président de la République a bien voulu être membre d'honneur et dont le bureau est formé ainsi : M. Léon Say, Président d'honneur; M. Janssen, Président; M. Bischoffsheim, Secrétaire; M. Ed. Delessert, Trésorier; Prince Roland Bonaparte, baron Alphonse de Rothschild, comte Greffulhe, membres.

où les phénomènes sont le plus affranchis des actions perturbatrices des flancs et des surfaces latérales de la montagne. L'année dernière on a exécuté des sondages qui avaient pour but de nous renseigner sur l'épaisseur de la croûte glacée qui recouvre le sommet, en vue de fondations à établir sur le rocher. Ces sondages, commencés par le grand ingénieur M. Eiffel, et dont il a voulu faire les frais, ont été continués par nous.

» Deux galeries, chacune de 23^m de longueur, creusées horizontalement à 12^m environ du sommet en distance verticale, l'une aboutissant à l'aplomb du côté Est de la crête du mont Blanc et l'autre inclinée à $45°$ environ sur la direction de la première et se dirigeant vers le versant sud, n'ont pas rencontré de rocher.

» Le sommet du mont Blanc est formé par une arête de rochers très étroite et de plus de 100^m de longueur, orientée de l'ouest à l'est. Cette arête, terminée en aiguilles, a été empâtée par la neige qui s'est formée autour d'elle, et il en est résulté une calotte étroite mais très longue, et qui doit être bien plus épaisse du côté nord, c'est-à-dire vers Chamounix, que du côté sud, versant italien d'où viennent les vents moins froids, en sorte que le sommet du mont Blanc est très probablement rejeté d'une manière notable vers la France.

» Les galeries dont nous venons de parler ont déjà fourni d'intéressantes indications sur la température intérieure de cette croûte glacée et la constitution de la neige dans un état particulier qui la constitue. Nous aurons à revenir sur ce point, ainsi que sur la nature des poussières minérales qu'on trouve dans l'eau de fusion de ces neiges.

» Pendant le cours de ces travaux et même, je dois le dire, avant qu'il fût question de les entreprendre, j'avais eu la pensée qu'il ne serait pas impossible d'asseoir l'observatoire sur la neige dure et compacte du sommet. Cette pensée m'était venue à la suite de la lecture des récits des ascensions du siècle dernier, notamment celui de Saussure, qui montraient que les petits rochers situés près du sommet émergent, à peu de chose près comme il y a un siècle et que, dès lors, l'épaisseur de la neige vers le sommet et la configuration de ce sommet lui-même ne subissent que des changements qui doivent osciller autour d'une position moyenne d'équilibre. Sans doute il pourra se produire des changements séculaires analogues à ceux que nous présentent les glaciers eux-mêmes, mais ces changements seront par leur nature même extrêmement lents, et, par suite, peu à craindre.

» Il pourra aussi se produire quelques fissures vers le sommet, mais il

ne paraît pas que ces phénomènes puissent avoir une grande importance.

» Mon ascension au sommet, en 1890, et les conversations avec les guides les plus expérimentés de Chamounix m'avaient confirmé dans cette opinion.

» Ainsi la calotte neigeuse du sommet ne peut subir que des mouvements très lents, ce qu'indique du reste sa position culminante. Il en résulte que, si une construction est agencée de façon à former un tout rigide et que cette construction soit munie des engins propres à lui faire reprendre sa position première, quand elle viendrait à en être écartée, cette construction, dis-je, pourra y être placée avec sécurité et elle n'aura pas à compter avec des mouvements trop rapides pour qu'on puisse aisément y porter remède.

» Mais la question de la stabilité relative des neiges du sommet n'est pas la seule dont j'avais à me préoccuper : il restait encore celle de la résistance que la neige du sommet pouvait offrir pour y asseoir notre édifice. A cet égard on possédait des données générales qui semblaient de nature à encourager cette tentative, mais des données précises manquaient. J'ai donc jugé indispensable de procéder à des expériences. Je rapporterai ici une de celles de ce genre qui m'a paru donner le résultat le plus remarquable.

» Pendant l'hiver, j'avais fait élever, dans une des cours de l'observatoire de Meudon, un monticule de neige de la hauteur d'un premier étage. La neige de ce monticule avait été tassée à la pelle au fur et à mesure de la mise en place de manière à lui donner la même densité que celle qui couvre le sommet du mont Blanc à 1^{m} ou 2^{m} de profondeur, laquelle densité est égale, d'après les mesures prises par M. le lieutenant Dunod, à notre prière, à la moitié environ de celle de l'eau liquide.

» Le sommet de ce monticule ayant été bien nivelé, on commença à y placer, les uns sur les autres, des disques de plomb de 35^{cm} de diamètre, pesant chacun 30^{kg} environ. Les premiers disques firent à peine leur empreinte sur la neige foulée, comme nous venons de le dire. On continua à élever la colonne et, quand elle comprit douze disques, formant un poids d'environ 360^{kg}, on enleva les disques et l'on mesura l'empreinte. Celle-ci fut trouvée de 7^{mm} à 8^{mm}.

» Les jardiniers qui faisaient le travail ne pouvaient en croire leurs yeux. Cette haute colonne de plomb, s'élevant peu à peu sans paraître peser sur la neige, semblait s'y tenir par quelque pouvoir magique. Moi-même, quoique préparé par des remarques et des expériences antérieures

à ces effets, je trouvai que le résultat dépassait mon attente, et j'en fis la base de mes calculs.

» La base de la colonne de plomb mesurait 962^{cq}. Le poids de 360^{kg} donne donc 374^{gr} par centimètre carré ou 3740^{kg} par mètre carré. Ainsi, une construction de 10^{m} sur 5^{m} à la base, qui représente la surface inférieure de celle que nous voulons placer au sommet du mont Blanc, pourrait peser $3740 \times 50 = 187000^{kg}$, et y trouver un appui suffisant en ne s'enfonçant pas même de quelques centimètres.

» Ce résultat montrait que, non seulement la résistance de la neige durcie du sommet permettrait d'y placer notre construction, mais même qu'il suffirait de plans d'appui réalisant la surface de quelques mètres carrés, pour permettre le fonctionnement des vérins destinés à relever la construction en cas d'abaissement.

» Voilà donc deux points acquis : la fixité relative des matériaux qui doivent supporter la construction et leur résistance plus que suffisante à son poids.

» Il restait à prendre les mesures propres à comparer les effets des tourmentes si violentes dont souvent le sommet du mont Blanc est le théâtre. Pour atteindre ce but j'ai eu, dès l'origine, la pensée de donner à notre construction la forme d'une pyramide tronquée, c'est-à-dire ayant une base bien plus large que le sommet, et d'enfouir dans la neige tout son étage inférieur. Par là on donnait à l'édifice une assise considérable et une résistance à l'arrachement intéressant toute la masse de neige environnante et, d'autre part, l'inclinaison même des parois doit favoriser le glissement du vent et diminuer énormément ses efforts.

» Telles étaient les lignes principales du projet. Il restait à réaliser ces idées et à faire un plan précis, permettant de passer à l'exécution.

» Ici, je dois dire que j'ai eu la bonne fortune de rencontrer dans un de mes amis, M. Vaudremer, l'éminent architecte membre de l'Académie des Beaux-Arts, un conseiller précieux. M. Vaudremer, qui approuvait mes idées sur la possibilité de placer une construction sur la neige durcie, voulut bien me donner, tout amicalement, son concours pour le détail des dispositions et des agencements qui devaient assurer à notre édifice une grande rigidité et la faculté de pouvoir être remis en place au besoin. C'est d'après les plans gracieusement dressés sous sa direction par M. Bichoff, son chef d'atelier, que la construction a été faite.

» Cette construction est à deux étages, avec terrasse et balcon. L'ensemble forme une pyramide tronquée, dont la base rectangulaire, laquelle sera enfouie dans la neige durcie, a 10^{m} de long sur 5^{m} de large. Les pièces

du sous-sol sont éclairées par des baies larges et basses, situées en dehors de la neige; l'étage supérieur servira aux observations. Un escalier en spirale règne dans toute la hauteur de l'édifice et dessert les deux étages et la terrasse, au-dessus de laquelle il s'élève même de plusieurs mètres pour supporter une petite plate-forme destinée aux observations météorologiques.

» Tout l'observatoire a des parois doubles pour protéger les observateurs contre le froid. Les fenêtres et ouvertures sont dans le même cas et sont, en outre, munies extérieurement de volets fermant hermétiquement.

» La partie inférieure de l'observatoire est également à double plancher, et possède un système de trappes permettant d'accéder à la neige qui supporte l'observatoire, et d'exécuter les manœuvres des vérins dont on a déjà parlé. L'observatoire sera muni des appareils de chauffage et de tous les objets mobiliers nécessaires pour l'habitation à cette altitude (1).

» L'observatoire a été démonté et transporté à Chamounix par les soins de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. Quant aux travaux exécutés au mont Blanc lui-même, ils sont les suivants :

» 1° Édification, aux Grands-Mulets, d'un chalet destiné aux travailleurs et aussi à abriter les matériaux de l'observatoire du sommet. Ce chalet, terminé de bonne heure, a déjà beaucoup servi à nos travailleurs.

» 2° Construction et mise en place d'un chalet au grand Rocher-Rouge, en un point qui est à 300^{m} seulement du sommet et très bien situé pour servir d'observatoire au besoin et d'habitation aux travailleurs qui, l'année prochaine, doivent entreprendre les travaux du sommet.

» 3° Transport des trois quarts environ des matériaux de l'observatoire du sommet aux Grands-Mulets (3000^{m}) et du quart au Rocher-Rouge (4500^{m}).

» L'année prochaine, on devra achever ces transports et commencer l'érection de l'observatoire du sommet. On devra également s'occuper de la coupole astronomique qui doit compléter l'observatoire.

» Il est impossible de dire dès aujourd'hui quel sera l'état précis des constructions achevées l'année prochaine, car cela dépendra surtout de l'état de l'atmosphère pendant la période si courte qui peut être utilisée pour ces travaux si difficiles.

» On sait déjà que M. le Dr Capus, l'héroïque compagnon de M. Bon-

---

(1) Il est intéressant de rappeler ici que l'année dernière, au mois de septembre, j'ai fait placer au sommet du mont Blanc un édicule, réalisant, sur une plus petite échelle, la construction dont nous parlons ici, et que cet édicule, pendant quinze mois, s'est très bien comporté et n'a pas subi de déplacements sensibles.

valot dans le célèbre voyage au Pamir, a bien voulu nous promettre son concours pour certaines observations au sommet.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que l'observatoire aura un caractère international et sera ouvert à tous les observateurs qui désireront y travailler.

» En terminant, je veux remercier nos travailleurs qui ont réalisé dans le transport des matériaux au milieu de ces glaciers de véritables prodiges de force et de courage. Les charges ordinaires des porteurs au mont Blanc sont de 12^{kg} à 15^{kg}; or un grand nombre de nos travailleurs ont porté jusqu'à 28^{kg} et 30^{kg}.

» Nous n'avons eu à déplorer aucun accident, ce dont je suis bien heureux. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de dilatation des liquides, leur comparaison avec les lois relatives aux gaz et la forme des isothermes des liquides et des gaz;* par M. **E.-H. Amagat.**

« 1° L'eau faisant exception sera l'objet d'une Note à part. Les Tableaux qui suivent suffiront pour montrer l'ensemble des lois qui pouvaient du reste, jusqu'à un certain point, être prévues d'après celles relatives aux gaz que j'ai exposées dans ma dernière Note (14 novembre):

Éther $\alpha = \frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t} = 0{,}00\ldots$ (N° 1).

Pressions.	Entre 0° et 20°.	20°—40°.	40°—60°.	60°—80°.	80°—100°.	100°—138°.	138°—198°.
50atm	1511	1687	1779	1947	2112	»	»
100	1445	1523	1649	1782	1904	»	»
200	1319	1390	1469	1522	1614	1749	2156
300	1235	1271	1333	1366	1418	1502	1694
400	1153	1193	1225	1250	1305	1327	1436
500	1094	1117	1143	1157	1175	1216	1278
600	1045	1060	1074	1086	1098	1115	1165
700	0999	1006	1027	1032	1026	1040	1078
800	0958	0961	0985	0981	0962	0983	1008
900	0926	0931	0940	0922	0931	0923	0946
1000	0900	0900	0905	0894	0888	0880	0890

Alcool $\alpha = 0{,}00\ldots$ (N° 2).

Pressions.	0°—20°.	20°—40°.	40°—60°.	60°—80°.	80°—100°.	100°—198°.
50atm	1035	1077	1166	1238	»	»
100	1004	1039	1119	1199	1319	»
200	0952	0984	1038	1113	1216	1860
300	0908	0932	0979	1043	1131	1621
400	0873	0894	0933	0974	1066	1456
500	0848	0854	0890	0929	1009	1330
600	0822	0819	0862	0887	0956	1231
700	0790	0793	0832	0853	0902	1160
800	0757	0777	0796	0824	0871	1096
900	0742	0756	0776	0799	0832	1039
1000	0728	0733	0754	0773	0807	0987

$\alpha = 0,00\ldots.$ (N° 3).

	Éther		Alcool		Chlorure d'éthyle		Sulfure de carbone	
Pressions.	0°—20°,2.	20°,2—50°,0.	0°—19°,8.	19°,8—40°,4.	0°—8°,5.	8°,5—44°,0.	0°—19°,4.	19°,4—49°,2
500^atm.	1093	1117	0835	0873	1110	1203	»	»
1000...	0894	0905	0719	0725	0840	0983	0807	0835
1500...	0752	0788	0664	0643	0744	0848	0724	0711
2000...	0680	0699	0609	0603	0666	0759	0652	0670
2500...	0633	0620	0562	0559	0651	0688	0616	0612
3000...	0579	0571	0535	0512	»	»	0566	»

» Les autres liquides étudiés conduisent à des résultats analogues.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la pression.* — Le coefficient de tous les liquides étudiés, sauf l'eau, diminue régulièrement quand la pression augmente.

» Il serait facile de voir au moyen du Tableau des valeurs de $\frac{d\alpha}{dp}$ que cette décroissance diminue très rapidement quand la pression croît.

» Ces variations sont de l'ordre de grandeur de celles du coefficient de compressibilité; on voit que, pour l'éther, par exemple, le coefficient de dilatation à 3000 atmosphères est réduit de presque les deux tiers de sa valeur aux pressions voisines d'une atmosphère; cette diminution pouvait être prévue d'après l'ensemble des lois relatives aux gaz; les liquides, en effet, se conduisent ici, comme l'acide carbonique dans la région du réseau ou du Tableau (*loc. cit.*), où le maximum relatif à la pression est dépassé (c'est-à-dire au-dessous des coefficients placés entre parenthèses); il n'est pas douteux qu'à des températures plus élevées, l'éther, l'alcool et les autres liquides présenteraient ce maximum dans les mêmes conditions que l'acide carbonique et l'éthylène.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la température.* — Les Tableaux ci-dessus montrent que le coefficient croît d'abord régulièrement avec la température; cet accroissement $\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)$ diminue quand la pression croît; pour l'éther, sous la pression de 1000 atmosphères, il est devenu sensiblement nul, aux erreurs possibles près; pour l'alcool, au contraire, sous la même pression, l'augmentation du coefficient avec la température est encore très notable; on se rendra facilement compte de cette différence si l'on se rapporte à ce qui a été dit relativement à l'acide carbonique (*loc. cit.*) pour la région du Tableau où ses propriétés peuvent être rapprochées de celles des liquides proprement dits; on peut prévoir, en effet, qu'en élevant successivement la température, les coefficients de l'alcool et de l'éther tendraient, comme celui de l'acide carbonique, vers un maximum se produisant à une température d'autant plus élevée que la pression

est plus forte; il est donc naturel que l'alcool, dont la température critique est notablement plus élevée que celle de l'éther, soit, à température égale, plus loin que ce dernier d'avoir atteint le maximum en question; l'alcool, sous la pression de 1000 atmosphères et dans les limites de température du Tableau, est encore dans la période où son coefficient croît, tandis que celui de l'éther a déjà atteint le maximum, puisqu'il est devenu sensiblement constant.

» Les résultats du Tableau (n° 3) sont compris dans des limites trop restreintes de température pour pouvoir examiner ces variations, qui paraissent, ainsi qu'on peut le prévoir d'après ce qui précède, être réduites sous les fortes pressions à l'ordre de grandeur des irrégularités expérimentales évidentes; pour le chlorure d'éthyle cependant, un accroissement encore notable du coefficient avec la température paraît subsister; cette circonstance me fait craindre qu'une erreur de lecture ou de transcription se soit produite sur l'une des températures; il me serait d'autant plus difficile de contrôler le fait, que je n'ai fait avec ce corps qu'un nombre très restreint de séries, et que les autres n'ont point porté sur le même échantillon.

» 2° *Sur la forme des isothermes des liquides et des gaz.* — J'ai déjà fait remarquer que les isothermes des gaz (en prenant pour coordonnées : p sur les abscisses et $p\mathrm{V}$ sur les ordonnées) se transformaient après l'ordonnée minima et d'autant plus rapidement que la température est moins élevée en parties presque rectilignes, tout au moins quand on en prend seulement une faible étendue. L'importance de ce point consistait en ce que le coefficient angulaire de ces lignes, si elles eussent été rigoureusement droites, eût donné de suite la valeur du volume limite, c'est-à-dire le terme a de la parenthèse $(v - a)$ des divers types de formules $\varphi(ptv)$. En réalité, ces lignes ne sont point droites, comme je l'avais d'abord pensé, elles présentent du côté des abscisses une légère concavité (*voir* le réseau de l'acide carbonique) qui ne laisse plus aucun doute dans les limites de pression de mes dernières recherches. On peut se demander si cette courbure ne disparaîtrait pas sous des pressions suffisantes ou à des températures suffisamment élevées; il est également intéressant d'examiner au même point de vue la forme des isothermes des liquides rapportées aux mêmes coordonnées.

» La concavité en question se traduisant par une diminution du coefficient angulaire de la tangente, j'ai dressé pour plusieurs gaz et quelques liquides les Tableaux suivants des valeurs de ce coefficient entre les limites successives de pression indiquées à la première colonne verticale et à diverses températures.

» Il faut tenir compte, dans la comparaison de ces coefficients, de ce que les Tableaux qui ont servi à les calculer sont rapportés, tant pour les liquides que pour les gaz, à la masse de fluide qui occupe l'unité de volume à zéro et sous la pression de 1^{atm}.

$$\frac{P'V' - PV}{P' - P} = \varepsilon \quad (n^o\ 4).$$

Limites des pressions.	Eau.		Éther.		Alcool.		Sulfure de carbone.	
	0°,00.	48°,85.	0°,00.	49°,95.	0°,00.	40°,35.	0°,00.	49°,15.
de 1^{atm} à 500^{atm}.....	0,9764	0,9902	0,9473	»	0,9615	0,9950	0,9671	»
500 1000......	0,9355	0,9541	0,8785	0,9097	0,9072	0,9286	0,9162	»
1000 1500......	0,9047	0,9248	0,8395	0,8603	0,8702	0,8880	0,8811	0,9049
1500 2000......	0,8782	0,8990	0,8083	0,8259	0,8426	0,8580	0,8539	0,8719
2000 2500......	0,8562	0,8773	0,7874	0,7998	0,8214	0,8334	0,8301	0,8463
2500 3000......	0,8388	0,8583	0,7616	0,7829	0,8044	0,8148	0,8123	»

ε (n° 5).

Limites des pressions.	Eau.			Éther.			Alcool.		
	0°,0.	100°,0.	199°,0.	0°,0.	100°,0.	198°,0.	0°,0.	100°,0.	198°,0.
de 1^{atm} à 200^{atm}....	0,9900	1,0330	»	0,9740	1,0337	»	0,9823	»	»
200 400......	0,9714	1,0145	1,1058	0,9342	1,0286	1,1021	0,9530	1,0349	1,1394
400 600......	0,9545	0,9978	1,0780	0,9050	0,9744	1,0314	0,9296	0,9967	1,0701
600 800......	0,9391	0,9830	1,0534	0,8822	0,9396	0,9862	0,9110	0,9673	1,0297
800 1000......	0,9250	0,9692	1,0317	0,8629	0,9140	0,9488	0,8935	0,9450	0,9928

$\varepsilon = 0,00....$ (N° 6).

	Hydrogène.		Azote.		Air.		Oxygène.
	0°,0.	47°,3.	0°,0.	43°,6.	0°,0.	45°,1.	0°,0.
de 500^{atm} à 1000^{atm}...	0732	»	»	»	»	»	1158
1000 1500.....	0690	0693	1300	1316	1264	1261	1106
1500 2000.....	0638	0643	1213	1233	1190	1206	1054
2000 2500.....	0612	0618	1186	1176	1130	1147	1015
2500 3000.....	0579	0588	1154	1168	1063	1090	0971

$\varepsilon = 0,00....$ (N° 7).

	Hydrogène.			Éthylène.		Acide carbonique.	
	0°,0.	99°,25.	200°,5.	0°,0.	100°,0.	0°,0.	100°,0.
de 200^{atm} à 400^{atm}....	0725	0727	0730	2357	»	1715	»
400 600.......	0742	0725	0732	2180	2195	1607	1635
600 800.......	0730	0725	0719	2080	2157	1542	1617
800 1000.......	0712	0720	»	2002	2090	1490	1550

» On voit que, pour les liquides comme pour les gaz, les isothermes présentent une légère courbure tournée vers l'axe des abscisses; entre les mêmes limites de pression le coefficient angulaire croît avec la température; cet effet est surtout prononcé pour les liquides; il correspond à un évasement du réseau qu'on voit nettement sur celui de l'acide carbonique dans la partie correspondant aux températures inférieures; cet évasement disparaît graduellement quand la température s'élève; pour

les gaz, comme l'hydrogène, l'air et l'azote, la variation avec la température est très peu sensible. Si l'on compare la décroissance de ces coefficients entre les mêmes limites de pression à différentes températures, on ne trouve aucune variation assez nettement indiquée pour en préciser le sens, d'autant que, précisément pour les groupes de séries comportant des limites de température assez étendues, les limites de pression sont restreintes à 1000 atmosphères.

» En face de ces résultats, il est difficile de prévoir si le coefficient angulaire, sous une pression suffisante ou à une température assez élevée, tend vers une valeur limite, dont l'importance résulterait de ce que j'ai dit plus haut. Dans tous les cas, les plus petites valeurs de ces coefficients angulaires doivent être des limites supérieures des plus petits volumes possibles; il pourrait être intéressant de comparer leurs valeurs avec celles des volumes limites résultant des équations réduites; par exemple, pour prendre la forme la plus simple, avec le tiers du volume critique, limite évidente de la réduite de Van der Waals, en tenant compte, bien entendu, du choix de la masse de fluide à laquelle les Tableaux sont rapportés conformément à la remarque qui a été faite plus haut. »

M. **Daubrée** présente, au nom de M. *Nordenskiöld*, un Ouvrage en langue suédoise intitulé : « *Carl-Wilhem Scheeles bref och anteckningar* », *Lettres et annotations au laboratoire de C.-W. Scheele.*

C'est un très beau volume grand in-8°, de xxxix et 490 pages, imprimé avec luxe à l'Imprimerie royale de Stockholm.

Il contient des lettres de l'illustre chimiste, au nombre de 135, adressées à Retzius, à Gahn, à Torbern Bergman et à Hjelm. Il en est une en français, à la date du 30 septembre 1774, écrite à Lavoisier pour le remercier de l'envoi d'un livre.

On est, en outre, redevable à M. Nordenskiöld d'une Introduction, de nombreuses annotations et d'une Table détaillée des divers sujets et des noms d'auteurs dont il est question. Des figures, copiées sur l'original, montrent quelle était la simplicité des appareils qui, grâce à une étonnante perspicacité et malgré les conditions souvent bien difficiles, ont amené de si importantes découvertes. On y trouvera aussi un fac-similé de diverses notes de laboratoire.

Une statue, dont la photogravure a été placée en tête du volume, sera

érigée, de la manière la plus solennelle, le 9 décembre prochain, à ce savant, qui a passé une partie de sa vie obscurément, au fond d'une modeste pharmacie. « Ce serait, écrit M. Nordenskiöld, si la saison n'était pas aussi avancée, une belle occasion pour quelques chimistes français, de venir visiter la patrie de Scheele et de Berzélius. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour chacune des deux places de Membres titulaires du Bureau des Longitudes, laissées vacantes par les décès de M. *Ossian Bonnet* et de l'amiral *Mouchez*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « treizième Album de Statistique graphique, pour 1892, publié par le Ministère des Travaux publics, sous la direction de M. *Cheysson* ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Le tome I des « Travaux du laboratoire de M. *Charles Richet*, à la Faculté de Médecine de Paris : Système nerveux, Chaleur animale ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes (f 1892), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. **O. Callandreau**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.		Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
Nov. 15......	*a*	143 BD + 37	7,7	−0.19,72 (m s)	+5.16,1	4:4
15......	*a*	Id.	»	−0.20,10	+5.11,0	4:4
21......	*b*	126 BD + 36	8,5	+0.18,46	+1.54,3	4:4
21......	*b*	Id.	»	+0.18,08	+1.43,2	4:4
21......	*b*	Id.	»	+0.17,95	+1.30,4	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 15.....	a	h m s 0.43.38,25	s +2,93	+37°.36′.56″,9	+26″,6	Paris (n° 1020)
21.....	b	0.41.47,64	+2,86	+37. 2.28,1	+27,2	$Weisse_2$ (n° 1029)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 15.........	h m s 10. 9. 1	h m s 0.43.21,46	$\bar{1}$,154	+37°.42′.39″,6	0,260
15.........	10.35.55	0.43.21,08	$\bar{1}$,294	+37.42.34,5	0,295
21.........	9.35.23	0.42. 8,96	$\bar{1}$,091	+37. 4.49,6	0,275
21.........	9.58.39	0.42. 8,58	$\bar{1}$,232	+37. 4.38,5	0,299
21.........	10.47. 8	0.42. 8,45	$\bar{1}$,420	+37. 4.25,7	0,367

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une protubérance solaire remarquable, observée à Rome le* 16 *novembre* 1892. Note de M. **P. Tacchini.**

« Dans ma Note précédente, j'ai dit quelques mots des grandes protubérances observées pendant le troisième trimestre 1892, en rapport avec l'augmentation de l'activité solaire. Entre autres phénomènes importants, observés en octobre, nous avons eu l'occasion de voir une protubérance énorme, le 16 novembre.

» Le 14, au nord du point est du bord, se trouvait une belle protubérance filamenteuse, assez étendue. Le 15, elle était plus élevée que le jour précédent; elle occupait encore 12 degrés du bord. Le 16, au lieu d'une protubérance étendue sur le bord, j'ai observé, à 10 degrés du point est, toujours vers le nord, une protubérance ayant encore la même hauteur que le jour précédent, mais à base très étroite; ses caractères singuliers me firent penser qu'elle pouvait présenter des variations, et, en effet, voici les hauteurs que j'ai déterminées :

16 *novembre* 1892.

Temps de l'observation.	Hauteur.	Temps de l'observation.	Hauteur.
h m	"	h m	"
9. 0	131,8	1. 0	319,2
9.30	145,7	1. 4	346,2
10. 3	158,2	1.19	430,2
10.44	173,9	1.27	464,9
11.30	198,2	1.32	513,5
11.55	212,3	1.33	534,3
12.40	281,7	1.34	534,3
12.53	319,2	1.35	534,3

A $12^h 35^m$, elle commença à se détacher du bord; à 1^h, sa base, toujours étroite, était déjà à 62",5 loin du bord; à $1^h 4^m$, la partie la plus élevée s'étendait à 4' parallèlement au bord même; à $1^h 19^m$, la distance entre le bord du Soleil et la protubérance était de 208". L'augmentation la plus rapide en hauteur s'est produite entre $1^h 32^m$ et $1^h 33^m$; elle serait de 248^{km} par seconde. Au contraire, si l'on prend l'augmentation totale pendant la durée entière de l'observation, on arrive seulement à $17^{km},6$ par seconde. La partie plus basse de la protubérance s'est éloignée du bord avec une vitesse moyenne un peu moindre, savoir $13^{km},8$; mais on a aussi une augmentation de 186^{km} entre 1^h et $1^h 4^m$.

» Le spectre de la protubérance était le spectre ordinaire; la raie D^3 était visible aussi à une grande hauteur, mais faible. J'estime qu'on doit considérer le phénomène comme un grand incendie solaire, c'est-à-dire comme un changement d'état de la matière, et un véritable transport (¹).

» Après $1^h 35^m$, des nuages m'ont empêché de continuer les observations; plus tard, à $3^h 49^m$, j'ai observé de nouveau le Soleil : l'image était bonne, mais la protubérance n'était plus visible ici; elle avait probablement disparu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants universels.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Poincaré.

« Appelons *invariant universel* toute combinaison des éléments d'une figure, qu'une transformation reproduit. Ce sera une fonction des coor-

(¹) Les dessins et d'autres particularités seront publiés dans les *Memorie*.

données et coefficients différentiels d'une multiplicité d'éléments infinitésimaux de lignes ou de surfaces, distribués arbitrairement dans l'espace. La transformation se réduit aussi à des relations entre les coordonnées et coefficients différentiels d'une multiplicité d'éléments analogues appartenant, les uns à la figure primitive, les autres à la figure transformée. Dans l'espace à deux dimensions, si un élément unique de la première figure est lié à un élément de la seconde, ces relations sont de la forme

$$f(x, y, y', y'', \ldots, y^n, \mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Y}', \mathrm{Y}'', \ldots, \mathrm{Y}^{\mathrm{N}}) = 0;$$

l'invariant est fonction des $x_i, y_i, y'_i, y''_i, \ldots$ d'une multiplicité d'éléments courbes. Tout groupe fini admet des invariants universels distincts des invariants différentiels ordinaires; en outre, des groupes infinis dépourvus d'invariants ordinaires ou des invariants universels.

» *Groupe ponctuel.* — Tout invariant intéressant plusieurs points est fonction d'invariants intéressant chacun d'eux. Un faisceau d'éléments concourants doit avoir au moins deux branches pour admettre un invariant relatif, trois pour un invariant absolu. Tout invariant ponctuel est homogène en degré et en poids. Les coordonnées y manquent; les dérivées de même ordre n'y figurent que par leurs différences deux à deux. Pour que $y_a^m - y_b^m$ figure, il faut que les branches a, b aient un contact d'ordre $m - 1$.

» Tout invariant relatif se ramène au type $y_a^m - y_b^m$ qui se reproduit multiplié par $\mathrm{G}\left(\frac{dx}{d\mathrm{X}_a}\frac{dx}{d\mathrm{X}_b}\right)^{\frac{m+1}{2}}$; G, déterminant de la transformation, est, en coordonnées cartésiennes, le *grossissement superficiel*. Pour qu'un invariant soit absolu, il faut et il suffit : 1° que son degré et son poids soient nuls; 2° que la somme du degré et du poids soit nulle pour chaque *souche* (ensemble de branches ayant même tangente). Si la seconde règle est satisfaite, l'invariant se reproduit par G^p, indépendant du faisceau (invariant *semi-absolu*). Pour qu'un invariant ne soit pas identiquement nul ou infini, il faut et il suffit qu'en groupant ses facteurs par séries où deux termes consécutifs ont un indice commun, on ne puisse former aucune *chaîne fermée* ayant une seule maille d'ordre inférieur à celui de toutes les autres.

» Les faisceaux ci-après ont un invariant semi-absolu et un seul :

» 1° Une souche triple invariant :

$$\varphi = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n+1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m+2}};$$

» 2° Une souche double, deux simples :

$$r = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{\frac{2}{m+1}}(y'_3 - y'_4)}{(y'_1 - y'_3)(y'_1 - y'_4)};$$

» 3° Deux souches doubles :

$$t = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{\frac{1}{m+1}}(y_3^n - y_4^n)^{\frac{1}{n+1}}}{y'_1 - y'_3};$$

» Les faisceaux ci-après ont un invariant absolu et un seul :

» 1° Une souche triple à trois contacts de même ordre :

$$V_m = \frac{y_1^m - y_2^m}{y_2^m - y_3^m};$$

» 2° Une souche quadruple :

$$W = (y_1^m - y_2^m)^{n-p}(y_1^n - y_3^n)^{p-m}(y_1^p - y_4^p)^{m-n};$$

» 3° Quatre souches simples :

$$U_1 = \frac{(y'_1 - y'_2)(y'_3 - y'_4)}{(y'_1 - y'_3)(y'_2 - y'_4)};$$

» 4° Deux souches doubles, une simple :

$$R = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_3^n - y_4^n)^{m-1}}\left(\frac{y'_3 - y'_5}{y'_1 - y'_5}\right)^{mn-1}(y'_1 - y'_3);$$

» 5° Une souche triple, une double :

$$S = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{np-1}}{(y_1^n - y_3^n)^{mp-1}}\left[\frac{(y'_1 - y'_4)^{p+1}}{y_4^p - y_5^p}\right]^{m-n};$$

» 6° Une souche triple, deux simples :

$$T = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m-1}}\left[\frac{(y'_1 - y'_4)(y'_1 - y'_5)}{y'_4 - y'_5}\right].$$

U_1 est le rapport anharmonique des directions de quatre branches. V_2 est le rapport des différences de courbure $\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 - \omega_3}$ de trois branches en contact du premier ordre; V_3 le rapport anharmonique déterminé par la tangente commune et les axes d'aberration de trois branches en contact du second ordre; V_4 le rapport anharmonique déterminé par le point de contact et les centres des coniques osculatrices à trois branches en contact du troisième ordre; V_5 celui des quatre tangentes distinctes aux cubiques uni-

cursales osculatrices, avec point double au point de contact, à trois branches en contact du quatrième ordre, etc.

» Tout invariant semi-absolu ayant au moins un facteur d'ordre 1 et un d'ordre arbitraire $m > 1$ (par exemple, r ou t) peut servir de type unique pour exprimer tous les invariants absolus et semi-absolus. Tout invariant absolu remplissant ces conditions (par exemple, R, S ou T) peut servir de type unique pour exprimer tous les invariants absolus.

» *Groupe de contact.* — Tout invariant de contact est invariant ponctuel d'une souche et ne contient ni coordonnées ni dérivées premières. La série des invariants de contact se déduit de celle des invariants ponctuels en majorant d'une unité tous les ordres de dérivation. Dans le faisceau, l'ordre de tous les contacts s'élève simultanément d'une unité. Ainsi l'invariant ponctuel U_1 engendre l'invariant de contact

$$U_2 = \frac{(y''_1 - y''_2)(y''_3 - y''_4)}{(y''_1 - y''_3)(y''_2 - y''_4)},$$

rapport anharmonique des courbures de quatre branches en contact du premier ordre. V_2 disparaît en engendrant V_3, qui subsiste en engendrant V_4, etc.

» La détermination des invariants ponctuels ou de contact d'un faisceau donné ne dépend que d'équations du premier degré. Les invariants de contact, comme les invariants ponctuels, sont les mêmes dans tous les systèmes de coordonnées ponctuelles.

» Aucun groupe embrassant le groupe de contact ne possède d'invariants. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences de droites.* Note de M. **E. Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Soit (T) ou Mxyz un trièdre trirectangle dont la position dépend de deux paramètres u et v et dont le sommet M décrit une surface (M) normale à l'axe des z; x, y étant deux fonctions de u et de v, faisons correspondre à chaque position du trièdre (T) une droite D parallèle à l'axe des z de ce trièdre, les coordonnées du pied de cette droite sur le plan des xy étant les valeurs des fonctions x, y. L'ensemble des droites ainsi obtenues constituera la congruence la plus générale. Supposons que les paramètres u et v soient choisis de façon que la congruence soit rapportée à ses déve-

loppables et adoptons les notations des *Leçons* de M. Darboux; représentons par z_m la cote du milieu du segment déterminé sur D par les points focaux et par 2ρ ce segment; posons

$$\xi' = \xi - q\rho, \qquad \eta' = \eta + p\rho, \qquad \zeta' = \frac{\partial\rho}{\partial\mu} + 2\beta_1\rho,$$
$$\xi'_1 = \xi_1 + q_1\rho, \qquad \eta'_1 = \eta_1 - p_1\rho, \qquad \zeta'_1 = -\left(\frac{\partial\rho}{\partial\nu} + 2\beta\rho\right),$$

β et β_1 étant deux des symboles de M. Christoffel construits avec l'élément linéaire de la représentation sphérique des développables de la congruence. Les équations du problème sont

$$(1)\quad \begin{cases} \xi' + \dfrac{\partial x}{\partial u} + q z_m - r y = 0, & \xi'_1 + \dfrac{\partial x}{\partial v} + q_1 z_m - r_1 y = 0, \\ \eta' + \dfrac{\partial y}{\partial u} + r x - p z_m = 0, & \eta'_1 + \dfrac{\partial y}{\partial v} + r_1 x - p_1 z_m = 0, \\ \zeta' + \dfrac{\partial z_m}{\partial u} + p y - q x = 0, & \zeta'_1 + \dfrac{\partial z_m}{\partial v} + p_1 y - q_1 x = 0, \end{cases}$$

l'inconnue ρ étant définie par l'équation suivante qui exprime que le système (1), considéré comme déterminant x, y, z, admet une solution

$$\frac{\partial\zeta'}{\partial v} - \frac{\partial\zeta'_1}{\partial u} = p\eta'_1 - p_1\eta' - q\xi'_1 + q_1\xi',$$

c'est-à-dire, par l'équation de M. Guichard,

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\rho}{\partial u\,\partial v} + \beta\frac{\partial\rho}{\partial u} + \beta_1\frac{\partial\rho}{\partial v} + \left(\frac{\partial\beta}{\partial u} + \frac{\partial\beta_1}{\partial v} + f\right)\rho = 0.$$

» On remarquera que cette équation n'est pas la plus générale des équations linéaires de la même forme.

» *L'équation* (2) *est caractérisée par cette propriété de son adjointe*

$$(3)\qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} - \beta\frac{\partial\varphi}{\partial u} - \beta_1\frac{\partial\varphi}{\partial v} + f\varphi = 0$$

d'admettre trois solutions distinctes dont la somme des carrés est égale à 1.

» Le système (1) permet d'aborder les différents problèmes relatifs aux congruences de droites.

» Si l'on suppose que le sommet M du trièdre (T) est fixe, on obtient des résultats équivalents à ceux de M. Guichard.

» Considérons maintenant la détermination de toutes les surfaces (P) sur lesquelles les développables d'une congruence donnée interceptent un réseau conjugué.

» Définissons une pareille surface comme le lieu d'un point P pris sur D et dont les coordonnées par rapport au trièdre (T) soient x, y et $z_m + \rho\theta$; la valeur la plus générale de θ s'obtient de la façon suivante : φ *désignant une solution quelconque de l'équation* (3), *on en déduira* θ *par le système compatible*

$$\frac{\partial(\rho\theta\varphi)}{\partial u} = \varphi\left(\frac{\partial\rho}{\partial u} + 2\beta_1\rho\right) - \rho\frac{\partial\varphi}{\partial u},$$
$$\frac{\partial(\rho\theta\varphi)}{\partial v} = -\varphi\left(\frac{\partial\rho}{\partial v} + 2\beta\rho\right) + \rho\frac{\partial\varphi}{\partial v}.$$

» D'où résulte la généralisation suivante d'une proposition connue sur les congruences formées de normales à des surfaces :

» *Le problème de la détermination des surfaces découpées suivant un réseau conjugué par les développables d'une congruence* (D) *équivaut à celui de la recherche des congruences admettant même représentation sphérique de leurs développables que* (D).

» On peut y adjoindre les résultats qui suivent :

» *Considérons les congruences admettant une représentation sphérique donnée de leurs développables; à toute solution de l'équation* (3) *correspondent, pour chacune de ces congruences, une infinité de surfaces découpées par les développables de cette congruence suivant un réseau conjugué; deux quelconques de ces surfaces appartenant soit à une congruence, soit à deux congruences différentes, ont, aux points correspondants, leurs plans tangents parallèles.*

» Le problème de déterminer toutes les enveloppes de sphères telles que leurs cordes de contact forment la congruence (D) se ramène également, dès qu'on en connaît une solution particulière, à l'intégration de l'équation (3).

» Dans le cas où le réseau (u, v) est formé des asymptotiques de (M), le système (1) n'est autre que celui qui détermine les surfaces correspondant à (M) par orthogonalité des éléments; d'où résulte immédiatement le théorème de M. Ribaucour.

» J'indiquerai, en terminant, une propriété caractéristique des surfaces à courbure totale constante :

» *Si les congruences constituées par les axes optiques d'une surface* (M) *sont formées de normales à des surfaces, cette surface* (M) *est à courbure totale constante* [1]. »

---

[1] Les résultats précédents seront développés ainsi que d'autres propositions, résultant de l'emploi des symboles de M. Christoffel, dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*.

OPTIQUE. — *Sur le passage d'une onde par un foyer.* Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on éclaire par un point lumineux un appareil donnant des anneaux de Newton, ceux-ci ne sont plus localisés et se produisent en tout point de l'espace où se superposent les deux faisceaux réfléchis : l'un sur la face courbe de la lentille convexe qui sert alors de miroir concave, l'autre sur le plan réfléchissant supportant la lentille. On peut donc, en disposant une loupe ou un microscope dans une direction convenable sur le trajet de ces faisceaux, apercevoir les courbes d'interférence à quelque distance qu'on se place de l'appareil.

» Mais, dans ces conditions, il arrive en général que, le premier groupe d'ondes donne, par réflexion sur la lentille, une image réelle du point lumineux et que le deuxième groupe réfléchi sur la lame plane se transforme aussi à travers la lentille en un faisceau convergent donnant une autre image réelle.

» La position de ces deux foyers est d'ailleurs facile à calculer pour une position donnée de la source si l'on connaît le rayon de courbure et l'indice du verre de la lentille. Je me suis proposé de chercher une nouvelle vérification du théorème que M. Gouy a démontré dans son beau Mémoire [1] « Sur la propagation anormale des ondes ». *Une onde sphérique en passant par son foyer prend une avance d'une demi-longueur d'onde.* L'expérience doit se faire d'une façon très démonstrative si l'on remarque que les anneaux de Newton paraissant, par exemple, à centre noir dans les conditions ordinaires, deviendront à centre blanc si on les observe après le premier foyer, pour reparaître à centre noir après le second. C'est ce que j'ai vérifié de la manière la plus nette et la plus facile par le dispositif suivant.

» L'appareil à anneaux (celui qui sert à montrer que les anneaux réfléchis et transmis sont complémentaires) est vertical et éclairé par un point lumineux très petit placé sur son axe de symétrie à une distance d'environ $1^m,20$. Il donne deux foyers situés à peu près : le premier à $0^m,90$, le second à $1^m,10$ de l'appareil et sur un axe très peu incliné sur celui du faisceau incident pour ne pas gêner l'observation. Plaçant alors un microscope grossissant de 10 à 20 fois sur une règle parallèle à l'axe des

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, septembre 1891.

faisceaux réfléchis et le faisant glisser le long de cette règle depuis l'appareil, on observe d'abord des anneaux larges à centre noir qui se déforment lorsqu'on approche du premier foyer; au moment où le microscope vise ce foyer, les anneaux disparaissent dans une petite caustique due au défaut de symétrie de l'appareil; immédiatement après ils réapparaissent, mais en présentant un centre blanc très éclatant, entouré d'un très grand nombre d'anneaux. Ils disparaissent de nouveau au second foyer pour renaître avec leur large centre noir, identiques à ceux que l'on observe habituellement.

» Le phénomène, lorsque l'appareil est bien réglé, est d'une netteté remarquable et fournit une nouvelle et complète vérification du principe démontré par M. Gouy. J'y reviendrai dans une publication plus étendue, afin d'en tirer quelques conclusions. »

PHYSIQUE. — *Sur la dépression du zéro, observée dans les thermomètres recuits.* Note de M. **L.-C. Baudin**, présentée par M. Friedel.

« On sait que si, après un long repos, on vérifie le zéro d'un thermomètre, avant et après l'immersion dans la vapeur à 100°, on constate après le chauffage un abaissement du point zéro. Cette dépression, très variable d'un verre à l'autre, est identique pour ceux de même composition. M. Guillaume a déterminé très exactement cette valeur pour le verre vert Guilbert-Martin, et l'a trouvée égale à 0°,0997.

» J'ai toujours observé cette dépression dans les thermomètres construits avec ce même verre *non recuit*, mais j'ai constaté que, si l'on répète l'expérience dans les mêmes conditions avec les thermomètres recuits, on observe que l'abaissement du zéro, après le chauffage à 100°, est notablement diminué. Un grand nombre d'expériences m'ont invariablement montré la réalité de ce fait.

» Je rapporterai seulement ici les chiffres obtenus avec quatre thermomètres en verre vert, que je désignerai par les nos 4, 5, 6, 7 (instruments au repos depuis un intervalle de neuf à treize mois).

» Dans le thermomètre n° 4, instrument *non recuit*, l'abaissement du zéro, après immersion de deux minutes dans la vapeur à 100°, a été trouvé égal à 0°,095; mais pour les nos 5, 6 et 7, recuits à 440° durant soixante-douze, cent quarante-quatre et mille trois cent soixante-dix heures, l'abaissement du 0°, après chauffage à 100°, a été seulement 0°,07, 0°,065 et 0°,045.

» (L'élévation produite par le recuit était respectivement 14°, 18° et 25°,3.)

» Comme on le voit, la dépression est réduite presque de moitié dans le thermomètre n° 7, recuit mille trois cent soixante-dix heures. Son amplitude diminue proportionnellement au nombre de degrés dont le zéro s'est relevé par le recuit.

» Pour le verre vert, une diminution de 0°,01 dans la valeur de la dépression correspond à un relèvement de 5°.

» J'ajouterai que j'ai observé le même fait dans les thermomètres en cristal; une étude faite sur cinq thermomètres de cette nature, provenant de la même tirée et au repos depuis très longtemps (de dix-neuf à trente-deux mois), m'a donné des résultats dans le même sens.

» Le zéro, déprimé de 0°,45 et 0°,50 dans les thermomètres en cristal *non recuit,* a baissé seulement de 0°,25, 0°,28 et 0°,32 dans les instruments recuits (lectures faites immédiatement après une immersion de quinze minutes dans la vapeur d'eau bouillante). »

CHIMIE. — *Sur la fusion du carbonate de chaux.* Note de M. **A. Joannis.**

« L'intéressante Communication faite à l'Académie des Sciences le 14 novembre dernier par M. Le Chatelier m'engage à publier dès maintenant les résultats des recherches que j'ai entreprises sur le même sujet, au commencement de cette année.

» Telle qu'elle a été faite et telle qu'elle se trouve très nettement confirmée par les résultats de M. Le Chatelier, l'expérience classique de Hall me semble présenter une complexité plus grande qu'on ne le croit généralement. Il résulte, en effet, des détails donnés par Hall (¹), qu'il a réussi à fondre le carbonate de chaux à une température comprise entre les points de fusion de l'argent et de l'or, mais sous des *pressions exercées à l'aide de corps solides* et atteignant 300^{kg} à 400^{kg} par centimètre carré. M. Le Chatelier également a fait intervenir de semblables pressions, qu'il a portées jusqu'à 1000^{kg} par centimètre carré. Doit-on dire alors, comme le font généralement les livres élémentaires qui rappellent l'expérience de Hall, que la fusion du carbonate de chaux est réalisée, dans ces conditions, à la faveur simplement de la tension de l'acide carbonique qui limite sa décomposition? Sans doute, cette intervention de l'acide carbonique est indispensable; mais une part notable du succès des expériences de

(¹) *Journal de Physique de la Métherie,* t. LXI, p. 197 et t. LXIV, p. 461.

Hall et de M. Le Chatelier semble devoir être attribuée aux pressions exercées mécaniquement sur le carbonate de chaux. Ces pressions doivent produire, en effet, suivant une loi générale, un abaissement du point de fusion grâce auquel le carbonate de chaux a pu être fondu dans des conditions de température et de tension de dissociation plus faciles à atteindre que si la matière n'avait été soumise qu'à la pression de l'acide carbonique.

» Ne peut-on attribuer à l'absence de ces conditions plus favorables l'insuccès des tentatives rappelées par M. Le Chatelier?

» Le but que je m'étais proposé, en entreprenant ces recherches, était d'atteindre cette température et cette pression où le carbonate de chaux peut être fondu sans l'intervention d'une pression mécanique.

» Mes expériences ont porté sur le carbonate de chaux pur et sur la craie.

» 1° *Expériences sur le carbonate de chaux pur.* — Un des appareils employés dans ces recherches consistait en un gros réservoir en platine, soudé à un tube du même métal à l'aide d'un peu d'or; il contenait du carbonate de chaux pur et communiquait avec un manomètre à air comprimé; il était placé dans un tube de fer contenant aussi du carbonate de chaux; l'espace annulaire communiquait avec un manomètre; un robinet permettait de faire échapper à volonté les gaz qui s'y produisaient. Cette disposition avait pour objet de maintenir toujours sensiblement égales les pressions des gaz à l'intérieur et à l'extérieur du tube de platine.

» Dans une expérience, la tension ayant atteint 9^{atm}, on vit soudain la pression s'égaliser à l'intérieur et à l'extérieur du tube de platine : l'or qui formait la soudure venait de fondre. Cette tension est très voisine de la pression de $8^{atm},7$, indiquée par M. Le Chatelier comme la valeur probable de la tension de dissociation du carbonate de chaux à la température de fusion de l'or. Cet accord montre que la quantité d'oxyde de carbone formé par l'acide carbonique au contact du fer, dans l'espace annulaire, n'avait pénétré qu'en petite quantité à travers le platine rouge. Dans cet essai, le carbonate de chaux précipité ne s'était même pas aggloméré de façon à fournir de la craie avec laquelle on pût écrire. Cette expérience montre qu'il ne suffit pas de chauffer du carbonate de chaux à la température indiquée par Hall, pour obtenir la fusion de ce corps sous sa seule tension de dissociation.

» Dans les expériences suivantes, les soudures à l'or furent abandonnées et remplacées par des soudures autogènes.

» Dans une seconde expérience, la température fut plus élevée et la pression s'éleva à 17^{atm}; mais, après quelques instants, le tube de fer se souffla et l'expérience prit fin; le carbonate de chaux se présenta sous forme d'une craie extrêmement friable.

» Dans une troisième expérience, faite avec un tube de fer renforcé, on put atteindre la pression de 22^{atm}; mais le tube de fer se souffla et le carbonate de chaux se présenta sous forme d'une craie analogue à la craie ordinaire.

» Dans une quatrième expérience, où l'on éleva davantage la température et où la

pression ne fut pas mesurée, on obtint, au fond du tube de platine, sous une couche de carbonate décomposé, un petit culot très dur, présentant, au microscope, l'aspect du sucre ou du camphre. De nombreux petits cristaux semblaient réunis entre eux par un ciment blanc plus opaque. Ce fragment put être poli et transformé en lame mince transparente.

» 2° *Expériences sur la craie.* — Dans deux expériences différentes, j'ai pu maintenir, pendant environ un quart d'heure, de la craie à une température supérieure à celle de la fusion de l'or. La pression des gaz se maintint constante au voisinage de 15^{atm}. Dans ces deux essais, où le tube de fer a résisté jusqu'à la fin, j'ai obtenu une transformation de la craie en une matière d'une dureté comparable à celle du marbre, présentant une cassure nettement saccharoïde, mais à grains plus fins que ceux du marbre; des éclats de cette matière sont translucides sur les bords. Cette substance a pu être polie et réduite en lames minces.

» Je reprends en ce moment mes expériences sur le carbonate de chaux pur, dans des conditions un peu différentes, mais sans utiliser de pressions mécaniques auxiliaires. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'antimoine sur l'acide chlorhydrique.* Note de MM. **A. Ditte** et **R. Metzner**, présentée par M. Troost.

« Il suffit de consulter quelques traités de Chimie pour constater que les avis sont partagés sur la question de savoir si l'antimoine est attaqué ou non par l'acide chlorhydrique : les uns admettent que, tandis que l'acide concentré le dissout, il devient sans action une fois étendu; d'autres pensent qu'il n'y a attaque qu'avec le métal très divisé, d'autres enfin qu'en opérant à chaud, on obtient un dégagement d'hydrogène. Ces résultats divergents tiennent à l'impureté du métal qui a servi aux expériences et qui retient avec énergie de petites quantités de sulfure ou de métaux étrangers, puis aussi à l'intervention accidentelle de l'oxygène.

» Nous nous sommes servis d'antimoine pur, précipité d'une solution acide de trichlorure pur à l'aide d'un barreau d'étain. Le dépôt, lavé avec des solutions d'acide chlorhydrique de plus en plus faibles, pour lui enlever les matières solides qui l'imprègnent, et débarrassé, par des moyens qu'il serait trop long d'indiquer ici, de l'hydrogène qu'il retient, est alors soumis, soit dans l'état de métal divisé, soit après avoir été fondu, à l'action de l'acide chlorhydrique. Il n'est attaqué dans aucun cas, et l'on s'en assure de la manière suivante :

» L'antimoine est placé dans un tube de verre fermé à une extrémité, et étiré à l'autre en un tube fin que l'on recourbe de manière à constituer

un tube de dégagement. L'appareil est rempli d'acide chlorhydrique concentré ou étendu, et plongé dans un vase renfermant la même liqueur; une petite éprouvette peut recueillir les gaz qui sont susceptibles de se dégager; or, à froid, au bout de plusieurs semaines, l'acide concentré n'a pas donné trace d'hydrogène; à la température d'ébullition il ne s'en dégage pas davantage, même au bout de plusieurs heures.

» Cette inaction de l'acide chlorhydrique pourrait être accidentelle, et due seulement à quelque adhérence de l'hydrogène pour le métal, analogue à celle qui empêche la dissolution du zinc pur par l'acide sulfurique, ou celle de l'aluminium par des acides étendus; il n'en est pas ainsi : en ajoutant à l'acide chlorhydrique des petites quantités de chlorures d'or ou de platine par exemple, capables de donner sur l'antimoine un dépôt de métal divisé, qui, comme on le sait, rompt cette adhérence de l'hydrogène et en rend le dégagement facile, on n'observe pas davantage de dégagement gazeux. La réaction exothermique de l'antimoine sur le chlorure métallique a lieu, mais les choses en restent là; l'ébullition prolongée de l'antimoine avec de l'acide chlorhydrique ne donne pas de résultats malgré la présence de bulles de gaz ou de vapeur d'eau capables d'entraîner, au moins en partie, l'hydrogène qui pourrait adhérer au métal; enfin si dans une éprouvette remplie d'acide chlorhydrique on introduit de l'antimoine divisé ou fondu, et si, après avoir renversé l'éprouvette dans une autre plus large, on place tout le système dans le vide, on ne recueille aucune bulle d'hydrogène, même après six semaines de contact, alors que les moindres traces produites de ce gaz se rassembleraient dans l'éprouvette intérieure.

» L'acide chlorhydrique dissous, quel que soit son degré de concentration, n'agit donc pas sur l'antimoine; le calcul thermique de la réaction ne peut d'ailleurs être fait, faute de données, en particulier de celles qui se rapportent à la formation du chlorhydrate de chlorure d'antimoine dissous; avec l'acide anhydre la réaction serait la suivante :

$$Sb + 3HCl = SbCl^3 + 3H + [91,4 - 3.22,0] \qquad = [+25,4];$$

elle donne lieu à un dégagement de $+8,5$ environ par atome de chlore; cette action, peu exothermique, ne se réalise pas à la température ordinaire; elle n'a pas lieu non plus quand on chauffe; mais l'expérience ne peut être poussée bien loin à cause de l'attaque du verre par l'acide chlorhydrique gazeux, attaque de laquelle résultent des produits qui modifient complètement les circonstances de l'opération.

» Ainsi, l'antimoine n'est attaqué ni par l'acide chlorhydrique dissous, ni par cet acide anhydre, à une température inférieure à celle où le verre est altéré; cependant, en opérant avec du métal bien pur, dans un très grand nombre de cas où il est impossible de constater le dégagement d'hydrogène, on trouve dans la liqueur de l'antimoine dissous, et en quantité qui correspond à un volume très appréciable de ce gaz; ce n'est qu'en prenant des précautions particulières, assez difficiles à réaliser, qu'on arrive à empêcher la dissolution de ce métal; celle-ci tient à une réaction étrangère, due à l'intervention de l'oxygène dont il est mal aisé d'éviter totalement la présence.

» Si, en effet, l'action de l'antimoine sur le gaz chlorhydrique à la température ordinaire correspond à un dégagement de + 8,5 calories par molécule d'acide, celle qui résulte de la combinaison avec l'oxygène est bien plus exothermique; on a

$$2Sb+3O+6SbCl\,gaz=2SbCl^3\,sol.+3H^2O\,gaz+[2.91,4+3.58,2-6.22,0]\quad=[+225,8],$$

soit + 37,6 calories environ par molécule d'acide chlorhydrique; avec les corps dissous, la réaction a lieu dès la température ordinaire; si donc l'acide chlorhydrique employé contient un peu d'air dissous, si l'on ne prend pas des précautions toutes spéciales pour empêcher l'arrivée de l'oxygène, il suffira de traces de ce gaz pour donner lieu à la dissolution d'une quantité correspondante de métal sans qu'il y ait aucun dégagement d'hydrogène.

» C'est ce qui arrive quand on mouille avec de l'acide chlorhydrique concentré une tache d'antimoine déposée à l'aide d'un appareil de Marsh; elle ne tarde pas à disparaître, mais il n'en est plus de même lorsqu'on la recouvre d'une couche un peu épaisse d'une solution d'acide chlorhydrique concentrée, faite dans de l'eau désaérée et qui empêche, au moins pendant un certain temps, l'arrivée de l'oxygène jusqu'au métal. Une tache d'arsenic se conduit, d'ailleurs, d'une manière analogue, mais elle disparaît moins vite, et, en effet, si l'on considère les réactions

$$2Sb+3O+6HCl=2SbCl^3+3H^2O+[2.91,4+3.58,2-3.22]\quad=[+225,4],$$
$$2As+3O+6HCl=2AsCl^3+3H^2O+[2.69,4+3.58,2-3.22]\quad=[+181,4],$$

la seconde est moins exothermique que la première.

» Les choses vont même plus loin, et il n'est pas nécessaire que l'acide chlorhydrique intervienne; l'antimoine divisé s'oxyde, même à froid, au contact de l'air, et se recouvre de petites aiguilles blanches d'oxyde anti-

monieux; l'oxydation a lieu aussi dans de l'eau aérée, froide ou chaude, et, si l'on vient à laver de l'antimoine pur avec de l'eau distillée, on trouve toujours de l'oxyde dans la liqueur. En faisant bouillir de l'antimoine divisé avec de l'eau, celle-ci, après filtration et refroidissement, dépose des aiguilles d'oxyde, et l'on peut arriver à dissoudre totalement ainsi le métal employé; la chaleur d'oxydation de l'antimoine ($+ 55,8^{cal}$ par atome d'oxygène) rend compte de la facilité avec laquelle cette réaction a lieu.

» Il résulte en définitive de nos expériences, que l'acide chlorhydrique est sans action sur l'antimoine, qu'il ne se dégage jamais d'hydrogène quand on met les deux substances en contact, et que l'antimoine qui se dissout ne le fait que grâce à l'intervention de l'oxygène, et en quantité proportionnelle au poids de ce gaz que renferment les liqueurs considérées. »

CHIMIE. — *Sur les zincates alcalino-terreux*. Note de M. **G. Bertrand**, présentée par M. Schützenberger ([1]).

« Bien que Berzélius ait indiqué depuis longtemps déjà ([2]) « qu'une » solution d'oxyde de zinc dans l'ammoniaque est précipitée par les solu- » tions des terres alcalines, qui se partagent l'oxyde zincique avec l'am- » moniaque », on n'a encore publié aucune recherche sur les combinaisons qui pouvaient se produire dans ces circonstances, entre l'oxyde de zinc et les bases alcalino-terreuses. Ayant réussi à les obtenir cristallisées, j'en donnerai le mode de préparation, la formule et les principaux caractères.

» La combinaison calcique se prépare aisément de la manière suivante : on ajoute une solution ammoniacale saturée d'oxyde de zinc ([3]) à un grand volume d'eau de chaux, contenue dans un cristallisoir. Il se fait un précipité floconneux de zincate de calcium, qu'on redissout aussitôt par addition d'ammoniaque, et l'on abandonne le mélange sous une cloche, en présence d'acide sulfurique. L'ammoniaque est absorbée peu à peu par l'acide, et le zincate se dépose en cristaux. Quand ces derniers cessent d'augmenter, on décante l'eau mère, on les lave rapidement avec de l'eau distillée bouillie, et on les dessèche dans le vide.

([1]) Laboratoire de Chimie, au Muséum.

([2]) *Traité de Chimie,* t. II, p. 612; 1846.

([3]) Obtenue en mélangeant de l'ammoniaque exempte de carbonate avec du chlorure de zinc, jusqu'à redissolution du précipité.

» Le zincate de calcium se présente en cristaux généralement isolés, ayant la forme de lamelles losangiques, tronquées sur leurs angles aigus, qui mesurent 35° environ [1]. Ils s'éteignent suivant leurs diagonales, sont très réfringents et possèdent l'éclat adamantin; mais, comme ils absorbent l'anhydride carbonique avec avidité, surtout quand ils sont humides, ils deviennent très vite opaques. Ils sont solubles dans l'ammoniaque, résistent, sans déshydratation, à la température de + 125°, et se transforment, au rouge sombre, en un mélange d'oxyde de zinc et de chaux vive.

» Leur composition répond à la formule $Zn^2CaH^2O^3, 4H^2O$:

	Trouvé.	Calculé.
Oxyde de zinc (ZnO)....	53,28	52,59
Chaux (CaO)..........	18,36	18,18
Eau..................	27,91	29,22
Anhydride carbonique..	0,48	

» La méthode qui vient d'être décrite pour la préparation du zincate de calcium ne réussit pas avec la baryte ou la strontiane [2], ce qui peut s'expliquer de la manière suivante : Quand on traite le zincate de calcium par l'eau, il se dédouble en ses éléments, et l'on obtient une solution de chaux, fortement alcaline, dans laquelle nagent des flocons d'oxyde de zinc hydraté. Si l'on compare, dès lors, la faible solubilité de la chaux à la solubilité relativement très grande de la baryte et de la strontiane, on devra s'attendre à la dissociation complète des zincates de ces deux dernières bases dans des liqueurs qu'elles ne satureraient pas. Le mode de préparation du zincate de strontium confirme cette manière de voir.

» On dissout 150gr d'hydrate de strontiane dans 1lit,5 d'eau chaude, et l'on y ajoute une solution de 100gr de sulfate de zinc dans 500cc d'ammoniaque à 10 pour 100 AzH^3. Après vingt-quatre heures de repos, on sépare le sulfate de strontiane par filtration; la liqueur limpide, saturée de strontiane, est placée sous une cloche, en présence d'acide sulfurique. L'abaissement de température, produit par les premiers froids de l'hiver, diminue la solubilité de la strontiane, qui cristallise en même temps que l'oxyde de zinc hydraté et le zincate de strontium. Dans une expérience réussie, ces trois sortes de cristaux sont parfaitement distincts les uns des autres, et l'on peut les séparer à la pince. Les premiers sont efflorescents et très gros (1cm à 2cm); les seconds se distinguent du zincate par leur plus grand diamètre et leur forte réfringence. Les rendements sont malheureusement très faibles (0gr,4 environ).

» Le zincate de baryum s'obtient par un procédé analogue, en rempla-

(1) Cette mesure a été faite au microscope, à l'aide d'une platine tournante.

(2) Une solution contenant 2 molécules de chlorure de zinc, 1 de baryte, ou de strontiane, et un excès d'ammoniaque, laisse déposer, dans les conditions indiquées plus haut, une combinaison de la forme suivante : $2(AzH^4Cl)5Zn(OH)^2$.

çant la strontiane par 250gr de baryte cristallisée. Il forme des aiguilles aplaties et brillantes, groupées en sphéro-cristaux rappelant la mésotype. Quand on le chauffe brusquement, il subit la fusion aqueuse et perd son eau en bouillonnant. Sa formule $Zn^2BaH^2O^3, 7H^2O$ diffère de celle du zincate de calcium par 3 molécules d'eau en plus.

» Le sel de strontium cristallise en losanges aplatis et se rapproche de celui de baryum par ses propriétés et sa composition. L'analyse conduit à la formule $Zn^2StH^2O^3, 7H^2O$, en tenant compte de la présence de quelques cristaux d'oxyde de zinc, difficiles à séparer entièrement.

» D'après la formule de l'hydrate de zinc

$$Zn\begin{cases}OH\\OH\end{cases}$$

on doit admettre la suivante pour les zincates alcalino-terreux,

$$\begin{matrix}Zn\begin{cases}OH\\O\end{cases}\\Zn\begin{cases}O\\OH\end{cases}\end{matrix}\Big\rangle M'' + n(H^2O)$$

qui montre que les deux atomes d'hydrogène de l'hydrate de zinc ne sont pas également remplaçables par des métaux (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures de fer anhydres et cristallisés.* Note de M. C. **Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les fluorures de fer hydratés ont été successivement étudiés par Scheele (2), Gay-Lussac et Thenard (3), Berzélius (4) et, enfin, par

(1) Cette conclusion semblait déjà résulter des recherches entreprises sur les zincates alcalins, qui paraissent se rattacher aux deux formes

$$Zn\begin{cases}OM'\\OH\end{cases} \quad \text{et} \quad Zn\begin{cases}OM'\\OM'\end{cases}$$

(A.-B. Prescatt, *Amer. Chem. Soc.*, II, 27. — Laur, *Ann. der Chem. und Pharm.*, IX, 183. — Fremy, *Comptes rendus*, XV, 1106. — Malagutti, *Comptes rendus*, LXII, 413).

(2) Scheele, *Mémoires de Chimie*, t. I, p. 34.

(3) Gay-Lussac et Thenard, *Recherches physico-chimiques*, t. II, p. 30.

(4) Berzélius, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXIV, p. 61.

M. Scheurer-Kestner [1], qui a déterminé la composition de deux d'entre eux : les fluorures $FeF^2, 8H^2O$ et $Fe^2F^6, 9H^2O$. Nous donnons aujourd'hui la formule d'un autre hydrate que nos analyses nous ont montré correspondre à $FeF^2, 4H^2O$ [2] : ce composé qui a été signalé par Gay-Lussac et Thenard se présente sous la forme de petits cristaux blancs rhomboédriques et peu solubles dans l'eau.

» Henri Sainte-Claire Deville est le seul savant qui nous ait donné quelques indications sur un fluorure de fer anhydre. Il l'a obtenu en chauffant au rouge blanc dans un grand creuset de platine le fluorure ferrique préparé par voie humide et desséché au préalable. « On voit souvent, » dit-il, à la surface de la masse fondue de petits cristaux cubiques de ses- » quifluorure de fer presque incolores [3]. »

» FLUORURE FERREUX FeF^2. — Ce composé, qui n'a jamais été obtenu anhydre, peut être préparé par l'action du gaz acide fluorhydrique : 1° sur le fer métallique; 2° sur le chlorure ferreux anhydre.

» 1° *Préparation.* — Lorsqu'on fait passer des vapeurs d'acide fluorhydrique sur le fer porté au rouge vif, on obtient du fluorure ferreux qui se volatilise sous forme de petits cristaux ramifiés, doués d'un éclat nacré.

» Ce composé est très difficile à obtenir parfaitement blanc; il est le plus souvent légèrement coloré en jaune par un peu d'oxyde ou d'oxyfluorure de fer.

» Il faut donc éviter dans cette opération les moindres causes d'oxydation telles que la présence d'une petite quantité d'air ou de vapeur d'eau et prendre les précautions suivantes :

» On laisse perdre les premières portions d'acide fluorhydrique qui contiennent toujours un peu d'humidité et l'on réunit les différentes parties de l'appareil par des joints en platine.

» Le tube de platine dans lequel s'effectue la réaction est purgé d'air au moyen du courant d'acide fluorhydrique que l'on maintient pendant un quart d'heure environ avant de chauffer.

» 2° Le chlorure ferreux anhydre est décomposé à froid par l'acide fluorhydrique gazeux. Le fluorure ferreux ainsi formé est amorphe mais il se transforme en fluorure cristallisé lorsqu'on élève la température vers 1200°.

» *Propriétés.* — Le fluorure ferreux se présente sous la forme de prismes ramifiés, transparents et très brillants. Ils appartiennent au système clinorhombique.

» Sa densité, prise dans la benzine, est de 4,09.

---

(1) SCHEURER-KESTNER, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVIII, p. 490.

(2)

	Trouvé pour 100.		Calculé pour $FeF^2, 4H^2O$ pour 100.
Fer..........	53,45	53,72	33,73
Eau..........	42,58	43,07	43,37

(3) SAINTE-CLAIRE DEVILLE, *Des sesquifluorures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIX, p. 79).

» L'eau le dissout lentement et en petite quantité. Cette solution s'oxyde à l'air en donnant de l'hydrate de sesquioxyde de fer.

» Il est insoluble dans l'alcool et l'éther anhydres, ainsi que dans la benzine.

» L'acide chlorhydrique bouillant ne le dissout que partiellement. L'acide azotique l'attaque à froid et le dissout complètement à l'ébullition. L'acide sulfurique le transforme sous l'action de la chaleur en sulfate de fer et acide fluorhydrique.

» Calciné à l'air, il se transforme en sesquioxyde de fer.

» Il est réduit au rouge sombre par l'hydrogène. Chauffé dans la vapeur d'eau, il se décompose en sesquioxyde de fer et acide fluorhydrique.

» L'acide chlorhydrique gazeux, passant sur du fluorure ferreux porté au rouge, donne du chlorure ferreux et de l'acide fluorhydrique. Cette réaction est inverse de celle qui nous a donné le fluorure ferreux en partant du chlorure. Ces sortes d'équilibre ont été parfaitement étudiées par MM. Berthelot et Güntz et reposent sur la formation d'un fluorhydrate de fluorure dissociable par la chaleur (1).

» L'acide sulfhydrique donne, dans les mêmes conditions, du sulfure de fer et de l'acide fluorhydrique.

» Les carbonates alcalins fondus décomposent le fluorure ferreux en sesquioxyde de fer et fluorure alcalin (2).

» Sesquifluorure de fer Fe^2F^6. — On peut employer, pour préparer ce fluorure anhydre, l'action du gaz fluorhydrique : 1° sur le fluorure ferrique anhydre et amorphe; 2° sur le sesquioxyde de fer et le fluorure ferrique hydraté; 3° sur le sesquichlorure de fer.

» 1° *Préparation. Action de l'acide fluorhydrique sur le fluorure amorphe.* — Ce fluorure peut être obtenu soit comme nous l'avons indiqué dans une Note précédente (3), soit en projetant le fluorure ferrique hydraté dans le fluorure d'ammonium fondu. Il se produit une vive effervescence due au départ de l'eau et il se forme le fluorure double ammonique signalé par R. Wagner (4). Ce fluorure, décomposé par la chaleur dans un courant de gaz inerte, donne le fluorure ferrique anhydre et amorphe.

» Chauffé vers 1000° dans des vapeurs d'acide fluorhydrique, il se transforme en fluorure cristallisé et se volatilise partiellement. Mais on ne remarque aucune trace de fusion.

» Il est parfois accompagné de prismes jaunes qui nous ont paru correspondre à un oxyfluorure. Ce dernier composé est fusible et volatil. Il peut être éliminé facilement

---

(1) Berthelot et Guntz, *Sur les déplacements réciproques des acides* [*Annales de Chimie et de Physique*, série (6), t. III, p. 355].

(2) *Analyse.*

	Trouvé.			Calculé pour F^2F^3.
Fer......	59,56	59,79	60,02 pour 100	59,57 pour 100

(3) C. Poulenc, *Sur les fluorures de nickel et de cobalt anhydres et cristallisés* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1426).

(4) R. Wagner, *Berichte*, t. XIX, 896.

par lavages à l'acide chlorhydrique, dans lequel il est beaucoup plus soluble que le fluorure ferrique.

» 2° *Action de l'acide fluorhydrique sur le sesquioxyde de fer et le fluorure ferrique hydraté.* — Chacun de ces deux composés, chauffé dans un courant d'acide fluorhydrique donne également du sesquifluorure de fer anhydre et cristallisé.

» 3° *Action de l'acide fluorhydrique sur le chlorure ferrique.* — Le perchlorure de fer anhydre et cristallisé est décomposé à froid par les vapeurs d'acide fluorhydrique qui le transforment en fluorure amorphe et, vers 1000°, en sesquifluorure de fer cristallisé.

» *Propriétés.* — Le fluorure ferrique se présente sous forme de petits cristaux verdâtres, transparents et très réfringents.

» Sa densité prise dans l'alcool est de 3,87.

» Il est légèrement soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'alcool et l'éther.

» Les acides azotique, chlorhydrique et sulfurique ne l'attaquent que partiellement, même à chaud.

» Calciné à l'air, il se transforme en sesquioxyde de fer qui conserve la même forme que le fluorure.

» L'hydrogène le réduit au rouge sombre. Nous avons dosé le fer par ce procédé.

» Chauffé dans la vapeur d'eau, il se décompose en sesquioxyde de fer de même forme cristalline et acide fluorhydrique.

» L'acide chlorhydrique gazeux le transforme au-dessus du rouge sombre, en sesquichlorure de fer qui se volatilise en écailles violettes et acide fluorhydrique. C'est un fait du même ordre que celui que nous avons signalé pour le fluorure ferreux.

» L'acide sulfhydrique donne, dans les mêmes conditions, du sulfure de fer et de l'acide fluorhydrique.

» Les carbonates alcalins fondus le décomposent en oxyde de fer et fluorure alcalin (1).

» *Conclusions.* — Nous avons fait connaître, pour la préparation des fluorures de fer anhydres et cristallisés, trois méthodes :

» 1° Action de l'acide fluorhydrique sur les métaux à température élevée;

» 2° Action de l'acide fluorhydrique sur les chlorures et les oxydes;

» 3° Transformation des fluorures hydratés en fluorures anhydres, sous l'influence de l'acide fluorhydrique.

» Nous poursuivons l'application de ces méthodes à la préparation de divers fluorures métalliques (2). »

---

(1)

	Trouvé pour 100.		Calculé pour Fe^2F^6 pour 100.
Fer..........	49,44	49,53	49,55

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

CHIMIE. — *Préparation du chrome métallique par électrolyse.* Note de M. **Em. Placet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le chrome métallique n'a été jusqu'ici qu'une curiosité de laboratoire, et, dans la plupart des cas, on a donné ce nom à un carbure de chrome plus ou moins pur. Nous avons pu obtenir ce métal par des procédés nouveaux d'électrolyse que nous indiquons rapidement dans cette première Note.

» *Préparation.* — On fait une solution aqueuse d'alun de chrome, que l'on additionne d'un sulfate alcalin et d'une petite quantité d'acide sulfurique ou d'autres acides. Cette solution est alors électrolysée : au pôle négatif, on recueille un dépôt qui, sur la face de l'électrode, présente un beau brillant et qui est constitué par du chrome pur.

» *Propriétés.* — Ce métal est d'une grande dureté et présente une belle couleur d'un blanc bleuâtre; il résiste parfaitement aux agents atmosphériques et n'est pas attaqué par l'acide sulfurique concentré, par l'acide azotique et par une solution concentrée de potasse.

» Lorsque le dépôt électrolytique se fait dans certaines conditions, on peut même obtenir des groupements de cristaux de chrome rappelant la forme des branches de sapin.

» Ce métal, que l'on peut donc maintenant préparer d'une façon véritablement industrielle, fournit de nombreux alliages dont nous poursuivons l'étude.

» Nous ajouterons que cette nouvelle préparation nous a amené à entreprendre l'étude du chromage (si l'on peut employer ce mot) ou dépôt électrolytique du chrome à la surface des différents métaux ou alliages. Nos essais ont parfaitement réussi : dans des bains analogues à celui que nous avons décrit précédemment, nous avons obtenu sur le laiton, sur le bronze, sur le cuivre, sur le fer lui-même, un dépôt de chrome adhérent, d'une épaisseur variable à volonté, et d'un bel aspect métallique rappelant l'argent oxydé.

» Nous sommes heureux de pouvoir mettre sous les yeux de l'Académie un échantillon de chrome métallique de plus de 1^{kg}, des alliages de chrome et des ornements de laiton recouverts de chrome par électrolyse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de l'acide bromhydrique.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. Henri Moissan.

« La préparation de la solution aqueuse d'acide bromhydrique peut être envisagée à deux points de vue différents, suivant qu'il s'agit de préparer l'hydrate distillable à 127° et contenant 48 pour 100 de HBr, ou suivant que l'on veut obtenir la solution aqueuse saturée et contenant 82 pour 100 de HBr.

» La préparation de l'hydrate distillable ne présente aucune difficulté; mais il n'en est plus de même de l'obtention de la solution saturée, laquelle exige la production de grandes quantités de HBr gazeux.

» De nombreux procédés ont été donnés pour préparer le gaz bromhydrique et l'on peut dire que tous conduisent facilement au but lorsqu'on ne cherche à obtenir que quelques centaines de grammes de produit; s'il s'agit de préparer plusieurs kilogrammes de solution aqueuse saturée, on ne tarde pas à reconnaître que toutes les méthodes connues présentent des inconvénients qui en rendent l'application très pénible ou même impossible.

» D'autre part, un mode de préparation de HBr gazeux, calqué sur celui qui fournit HCl (par KBr et $S^2O^8H^2$), n'a pu être utilisé jusqu'à présent; car l'acide HBr, en agissant comme réducteur sur $S^2O^8H^2$, donne, comme on sait, de l'acide sulfureux et du brome, qui viennent souiller le produit préparé.

» L'étude de cette réaction m'a montré cependant que l'acide HBr en était de beaucoup le produit le plus abondant, et que, d'autre part, l'action réductrice de HBr sur $S^2O^8H^2$ ne se produisait *qu'après un certain temps*. Si donc, au moyen d'un dispositif spécial, on arrivait à chasser HBr au fur et à mesure de sa production, ainsi qu'à débarrasser le gaz de la petite quantité de S^2O^4 et de Br qu'il renferme encore, il deviendrait possible d'obtenir HBr par la réaction qui fournit si aisément HCl.

» Pour cela, on introduira le KBr dans une cornue tubulée, fermant à l'émeri et dont le col effilé sera relié aux appareils de purification. La cornue et son contenu seront chauffés au bain-marie et, quand le sel aura atteint la température de 100°, on y fera tomber l'acide sulfurique goutte à goutte à l'aide d'un tube à brome. Dans ces conditions, le gaz bromhydrique, qui se dégage aussitôt produit, échappe en grande partie à l'action de l'acide sulfurique. Une très petite portion cependant donne nais-

sance à du brome et à de l'acide sulfureux. Le mélange gazeux sera dirigé au travers de deux séries d'appareils épurateurs dont la description ne saurait trouver place ici. Qu'il me suffise de dire que la première série de ces appareils renfermera une solution aqueuse saturée de HBr contenant un grand excès de brome. Au contact de cette solution l'acide S^2O^4 sera oxydé pour donner HBr et $S^2O^8H^2$, conformément à l'équation

$$S^2O^4 + 2Br + 2H^2O^2 = S^2O^8H^2 + 2HBr.$$

La seconde série d'appareils épurateurs renfermera une solution aqueuse saturée de HBr additionnée de phosphore rouge en poudre. En la traversant, le gaz HBr, déjà débarrassé de S^2O^4, perdra tout son brome et arrivera parfaitement pur dans une solution aqueuse distillée de HBr où il se dissoudra.

» Après saturation, la solution sera presque incolore et ne renfermera pas trace de $S^2O^8H^2$. Quand tout l'acide sulfurique aura été introduit, on supprimera le tube à brome et le bain-marie, on fermera la cornue avec son bouchon de verre et on chauffera à feu nu jusqu'à ce que HBr cesse de se dégager.

» L'action de S^2O^4 sur Br, en présence de la solution saturée de HBr constitue un autre mode de préparation de HBr gazeux.

» Si l'on fait passer un courant, même assez rapide, de gaz S^2O^4 dans un mélange à volumes égaux de Br et de solution saturée de HBr, on obtient un dégagement abondant et régulier de HBr, que l'on débarrasse du Br et de la petite quantité de S^2O^4 entraînés, en le faisant passer au travers d'appareils épurateurs semblables à ceux déjà indiqués. Ce second procédé donne également l'acide HBr pur.

» L'acide $S^2O^8H^2$ formé en même temps que HBr s'accumule dans le vase où se fait la réaction et, quand sa quantité est devenue assez grande, on voit le liquide se séparer en deux couches : une inférieure formée de Br, et une supérieure peu colorée formée d'acide $S^2O^8H^2$ souillé de Br et de HBr.

» Si l'on voulait obtenir l'acide sulfurique, il suffirait de chauffer le liquide qui le renferme : il se dégagerait Br et HBr; ce dégagement ayant cessé, on distillerait. Il passerait des eaux acides contenant HBr et $S^2O^8H^2$, tandis que la plus grande partie de $S^2O^8H^2$ resterait dans la cornue. Une distillation le donnerait incolore, parfaitement pur, et en particulier exempt de Br. Cet acide, qui ne renfermera pas de composés nitreux, si le Br employé n'en renferme pas lui-même, pourra être utilisé dans certains cas.

» La réaction de S^2O^4 sur Br, en présence de la solution saturée de HBr, donne lieu à plusieurs phénomènes physiques et chimiques dont la résultante se traduit par un abaissement de température. Ce phénomène est nettement accusé par la production d'un dépôt de rosée sur les parois du vase où s'effectue la réaction.

» En terminant, j'ajouterai, à titre de renseignement, que, par ces

deux méthodes, mais surtout par la première, qui est d'une exécution moins désagréable, j'ai pu préparer environ 10^{kg} d'acide saturé à 82 pour 100 de HBr (1). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Réponse aux observations de M.* Friedel (2) *sur le pouvoir rotatoire des sels de diamines.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai entrepris une série d'expériences pour démontrer que les faits sont souvent en désaccord avec les théories stéréochimiques qui ont pour objet de fixer les positions relatives des atomes dans l'espace et de déduire de ces positions le sens du pouvoir rotatoire. A propos d'une Note sur les tartrates de diamines, M. Friedel me reproche « de prêter à M. Guye une » affirmation qui est précisément le contraire de ce qu'enseigne la Stéréo- » chimie ». J'aurais affirmé à tort que « dans un acide tartrique actif, les » quatre atomes HCCH sont dans un même plan; par conséquent, les » raisonnements basés sur cette supposition ne peuvent être maintenus ».

» J'ai puisé l'affirmation qui m'est reprochée dans le seul Traité de Stéréochimie qui existe en France : ce Traité est dû à M. van't Hoff, l'un des fondateurs de la nouvelle théorie. Les stéréochimistes admettent dans l'acide tartrique l'existence de deux atomes de carbone asymétrique C et C' à chacun desquels sont attachés les radicaux OH, CO^2H et H. Posons

$$R_1 = R'_1 = OH, \qquad R_2 = R'_2 = H, \qquad R_3 = R'_3 = CO^2H.$$

» M. van't Hoff admet que les schémas qui représentent des corps ayant un pouvoir rotatoire égal et opposé sont (3) :

Fig. 1.

$$\begin{array}{ccc} & R_2 & \\ R_1 & & R_3 \\ \hline R'_1 & & R'_3 \\ & R'_2 & \end{array}$$

Fig. 2.

$$\begin{array}{ccc} & R_3 & \\ R_1 & & R_2 \\ \hline R'_1 & & R'_2 \\ & R'_3 & \end{array}$$

(1) Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(2) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 763.

(3) Van't Hoff, *Dix ans dans l'histoire d'une théorie*, schémas b_1 et b_2, p. 55;

» Cet auteur ajoute (*loc. cit.*, p. 53, et *Stéréochimie,* édition de 1892, p. 47).

» Les groupes placés *au-dessus* l'un de l'autre dans cette notation, sont ceux que l'on suppose *vis-à-vis* en réalité. Pour éviter toute équivoque, il s'agit d'observer que la position réelle s'obtient en repliant le papier à angle droit par $R_1 R_3$ et par $R'_1 R'_3$ (*fig.* 1) de manière à relever R_2 et R'_2 au-dessus du plan du dessin, les divers groupes occupant ainsi les sommets d'un prisme triangulaire *équilatéral.*

» Pour M. van't Hoff, les triangles équilatéraux $R_1 R_2 R_3$ et $R'_1 R'_2 R'_3$ sont les bases de deux tétraèdres réguliers enchevêtrés, dont les sommets respectifs sont les deux atomes de carbone asymétrique C et C' qui existent dans l'acide tartrique.

» Donc, *géométriquement*, CC' est l'axe du prisme décrit par M. van't Hoff [1] et un plan passant par l'axe CC' peut contenir l'arête $R_2 R'_2$ (c'est-à-dire HH).

» Pour M. Guye, la dissymétrie moléculaire dépend, non pas de cette condition géométrique qui serait en effet contraire au principe de M. Pasteur, mais du poids des masses qui se trouvent de part et d'autre de ce plan. Plus la masse de droite serait lourde et aurait un long bras de levier par rapport à la masse de gauche, plus le corps serait dextrogyre; c'est le contraire que j'ai constaté pour les sels de diamine.

» Il convient de dire que généralement M. Guye considère les trois masses R'_1, R'_2, R'_3 comme concentrées autour du deuxième carbone asymétrique C', mais cette supposition ne change rien à la position du plan de symétrie à considérer pour calculer l'asymétrie, puisque ce plan passe toujours par les trois points $CC'R_2$, et mes raisonnements restent intacts. »

1887. Cet auteur (p. 27), comme forme modifiée de la conception basée sur le tétraèdre régulier, indique une probabilité plus grande pour la forme irrégulière; mais il laisse libre choix entre l'une et l'autre représentation (p. 28). (Voir aussi *Stéréochimie,* 1872, p. 13.) Lui-même choisit le tétraèdre régulier puisqu'il admet des triangles équilatéraux; et M. Guye, dans sa thèse, fait usage du même schéma régulier.

(1) M. van't Hoff le dit lui-même (édition Carré, p. 45 et 46; 1892) ce qui précise les expressions « au-dessus et vis-à-vis » soulignées ci-dessus : ce prisme est donc un prisme droit à base équilatérale.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Des points de fusion des dissolvants comme limite inférieure des solubilités.* Note de M. A. ETARD, présentée par M. Henri Moissan.

« Depuis quelques années, bien des efforts ont été faits pour introduire, dans l'étude des questions relatives aux solutions, des formules permettant de calculer d'avance les quantités de dissolvant et de corps dissous existant dans un milieu saturé. On pourrait ainsi établir *a priori* la quantité de matière dissoute, tracer les courbes de solubilité d'une substance en partant de coefficients physico-chimiques et connaître exactement leur forme. Ces tentatives, très intéressantes, n'ont pas abouti jusqu'à présent. Cela tient en grande partie à ce que les matériaux d'expérience, indispensables pour déterminer les constantes des formules théoriques, les vérifier ou les modifier, sont incomplets.

» Les solutions salines aqueuses ont été à peu près uniquement étudiées, et, malgré une diversité apparente, on ne dispose en réalité, pour éclairer les spéculations de théorie, que d'un seul ordre de phénomènes, celui des solutions d'électrolytes.

» Dans mes précédentes recherches sur les solutions saturées de sels inorganiques, j'ai pu représenter graphiquement plusieurs cas de solubilité dans toute leur étendue accessible, c'est-à-dire entre le point de congélation et celui de fusion ignée du sel. De telles lignes dans le système de représentation que j'ai proposé sont expérimentalement des droites ou des successions de droites raccordées entre elles. Mais celles-ci ont à leur origine, au point de congélation, qui est la dernière limite permise à l'expérience, une constante de dissolution souvent fort élevée, et ainsi les solutions de sels dans l'eau, qui, déjà dans leur ensemble, n'apportent qu'un fait à la discussion, ne sont même pas connues dans toute leur étendue *concevable*. L'interprétation des solubilités de sels et d'eau comporte encore une incertitude spéciale due à la tendance qu'elles ont à former des hydrates qui atteignent leur point de fusion ou se dissocient au sein même du liquide. Pour ces diverses raisons, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner des milieux d'où les sels et l'eau seraient à la fois exclus.

» Des lignes de solubilité complètes de couples organiques n'ont jamais été déterminées; elles donneront, je l'espère, des matériaux nouveaux et d'autant plus utiles qu'on pourra aisément connaître pour les deux éléments de ces couples les tensions de vapeur, les coefficients de dilatation, les

chaleurs de fusion, de volatilisation et de dissolution constituant l'ensemble des documents nécessaires à l'édification et à la critique d'une théorie.

» Après quelques séries de mesures sur des couples organiques, j'ai constaté comme précédemment, pour de nombreux sels, que la limite naturelle de la solubilité était le point de fusion du corps dissous. Mais la distinction entre élément solvant et dissous n'est qu'une convention de langage, le liquide résultant étant considéré comme un mélange homogène où ils jouent le même rôle.

» En considérant, comme je crois avoir été le premier à le proposer [1], une ligne de solubilité comme le lieu des points de fusion de mélanges du dissolvant avec le corps dissous, on doit admettre que le phénomène puisse présenter une complète symétrie et, si le point de fusion du corps regardé comme dissous est une de ces limites, le point de fusion du dissolvant doit être l'autre.

» Au point de fusion de la matière dissoute, cette matière se trouve pure, et dans tout le parcours de la ligne représentative elle se trouve en contact et en équilibre avec le mélange fondu de plus en plus riche en dissolvant; ce dernier, à son tour, se sépare à l'état de pureté en se solidifiant.

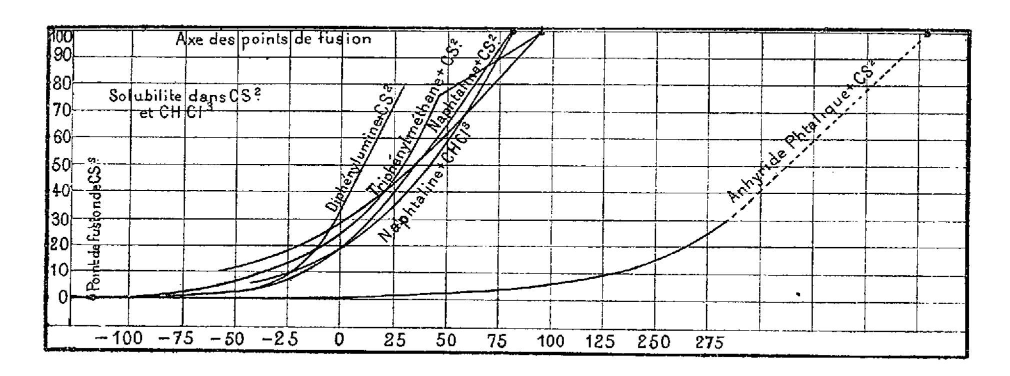
» En vue d'obtenir des couples donnant à l'origine une solubilité nulle, les essais ont porté sur des liquides se congelant à des températures très basses, mais on trouve parfois, malgré ce choix, des coefficients de solubilité élevés. Le chloroforme, par exemple, à $-50°$, près de son point de fusion $-68°$, dissout des quantités considérables de naphtaline et de triphénylméthane. Pour d'autres liquides, tels que le sulfure de carbone, dont le point de fusion est à $-115°$, toutes ces courbes se confondent aux basses températures en une seule ligne tendant vers une ordonnée nulle au point de fusion précité, comme le montre le Tableau numérique et les deux graphiques ci-après :

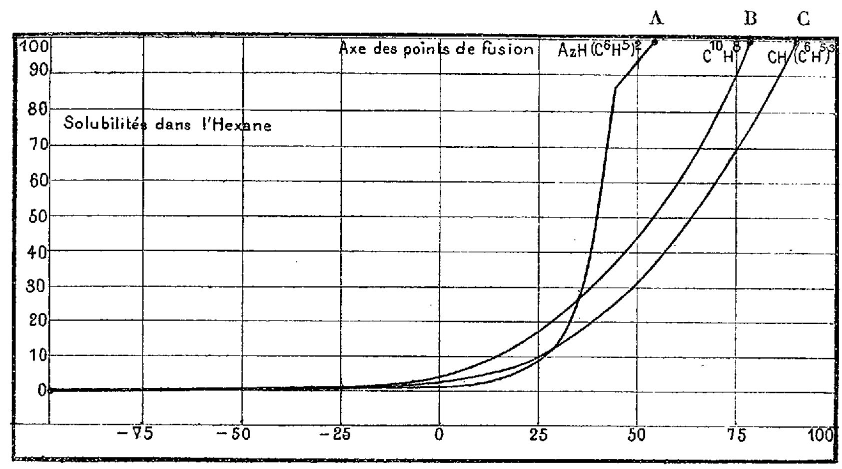
	−70°.	−60°.	−50°.	−40°.	−30°.	−20°.	−10°.	0°.	+10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.
taline..........	»	»	0°,3	0°,7	1°,0	1°,9	3°,2	5°,5	9°,0	14°,1	21°,0	30°,8	43°,7	60°,6	78°,8	»	»
énylméthane...	»	»	»	»	1,2	1,6	2,2	3,5	5,6	8,3	12,5	20,0	25,8	45,7	62,0	78,5	97,1
énylamine......	»	»	»	»	0,5	0,8	1,4	2,6	3,8	6,7	13,8	47,0	94,5	»	»	»	»
taline	»	1,2	2,3	3,7	6,6	10,0	14,1	19,9	27,5	36,3	46,0	57,2	67,6	79,2	90,3	»	»
énylméthane ..	»	3,4	5,1	7,5	10,0	13,7	18,8	25,8	38,7	43,2	52,9	63,7	72,4	78,6	85,6	92,2	»
énylamine	»	1,3	2,2	3,8	7,2	12,5	21,6	33,7	46,8	60,9	76,0	»	»	»	»	»	»
dride phtalique.	»	»	»	0,03	0,04	0,06	0,1	0,2	0,3	0,7	0,8	1,2	1,3	1,7	2,3	3,1	3,7
taline..........	»	»	»	6,6	8,8	11,7	15,6	19,5	25,5	31,8	40,1	49,5	60,3	73,1	87,2	»	»
énylméthane...	»	»	10,5	12,6	15,2	19,0	23,5	28,9	35,0	41,5	48,6	56,1	63,8	71,7	79,8	88,7	»

	100°.	110°.	120°.	130°.	140°.	150°.	160°.	170°.	180
dride phtalique (suite)......	5,0	6,0	8,0	10,2	13,3	16,7	20,7	25,3	30,2

Comptes rendus, t. CVIII, 1889; p. 176.

» L'hexane normal du pétrole d'Amérique fond au-dessous de —80° et probablement au-dessous de —100°. Ce dissolvant présente un intérêt spécial parce qu'il est un carbure saturé dépourvu d'affinité chimique, la





A = Diphénylamine.
B = Naphtaline.
C = Triphénylméthane.

naphtaline et le triphénylméthane sont à peu près dans les mêmes conditions. Les solubilités des corps que l'hexane dissout peuvent atteindre $\frac{100}{100}$, mais, dès — 50°, elles sont déjà moindres que 0,3 pour 100. Les solubilités de couples organiques ne suivent pas la même règle que les sels, elles sont représentées non par des droites, mais par des courbes. Cette particularité me paraît devoir être attribuée à l'extrême rapprochement des limites dans lesquelles *tout* le phénomène est compris. Ainsi la solubilité entière de la naphtaline dans le sulfure de carbone, depuis 0 pour 100 jusqu'à 100 pour 100, se développe dans un intervalle de 194°. Pour les sels

n'ayant pas les deux points limites, on observe à partir du point de congélation des segments droits qui s'étendent parfois dans un intervalle de 300° de température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides bibasiques sur l'éther cyanacétique sodé. Éther succinodicyanacétique.* Note de M. **Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré dans une Note précédente (¹) qu'en faisant réagir le chlorure de succinyle sur l'éther cyanacétique sodé on obtient l'éther succinocyanacétique $C^4H^4O^2C\left\langle\begin{array}{l}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{array}\right.$, poudre cristalline blanche, fondant à 125°-126°, insoluble dans le carbonate de soude. Ce corps n'est pas le seul qui se forme dans la réaction.

» Si l'on évapore l'éther ayant servi à la purification de l'éther succinocyanacétique, il reste une substance plus ou moins jaunâtre, mélangée à de l'éther cyanacétique ; on lave avec très peu d'éther et l'on traite le produit par du carbonate de soude, il s'y dissout avec effervescence. On a donc affaire à un acide. Pour l'isoler et le séparer de l'acide succinique provenant de la décomposition du chlorure de succinyle non entré en réaction, on ajoute de l'acide acétique qui ne décompose pas les succinates; le nouvel acide se précipite aussitôt et il suffit de le laver deux ou trois fois avec de l'eau froide pour l'obtenir à l'état de pureté. L'analyse conduit à la formule de l'éther succinodicyanacétique, formé d'après l'équation

$$2\overset{\diagup CAz}{CH}Na.CO^2C^2N^5 + \begin{array}{l}CH^2.CO\,Cl\\ |\\ CH^2.CO\,Cl\end{array} = \begin{array}{l}CH^2.CO.\overset{\diagup CAz}{CH}.CO^2C^2H^5\\ |\\ CH^2.CO.\underset{\diagdown CAz}{CH}.CO^2C^2H^5\end{array} + 2NaCl.$$

» L'éther succinodicyanacétique est une poudre blanche, cristalline, insoluble dans l'eau ; l'éther chaud la dissout un peu et l'abandonne sous la forme de petites houppes constituées par de fines aiguilles. Ce corps est également soluble dans l'alcool bouillant et se reprécipite presque totalement pendant le refroidissement ; ainsi purifié il fond à 135°-136°. Traité par l'eau bouillante, il se décompose, comme l'éther succinocyanacétique, en acide succinique et éther cyanacétique ; on observe également un dégagement d'acide carbonique, dû à la décomposition de l'éther cyanacétique.

» Le nouveau produit est un véritable acide, décomposant les carbonates alcalins; il doit ces propriétés à la présence des groupes CAz, CO et

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1139.

$CO^2C^2H^5$ qui exercent leur influence négative sur l'hydrogène du groupe méthine. En un mot, l'éther succinodicyanacétique est l'analogue de l'éther acétylcyanacétique de MM. Haller et Held (1), de l'éther cyanosuccinique de MM. Haller et Barthe (2), de l'éther benzoylcyanacétique (3) et de l'éther cyanomalonique (4). Ces derniers acides sont monobasiques; l'éther succinodicyanacétique est bibasique, ainsi que le prouve le titrage suivant : on a dissous $0^{gr},5$ d'éther succinodicyanacétique dans un excès de soude de titre connu; l'excès de soude a été titré avec de l'acide sulfurique, en présence de la phénolphtaléine; le virage est très net.

» Pour mieux caractériser le nouvel acide, nous avons préparé quelques sels.

» *Sel de sodium.* — On neutralise l'acide par la quantité équivalente de soude en solution aqueuse, puis on concentre au bain-marie, et l'on abandonne à la cristallisation; le sel sodique se dépose sous la forme de mamelons cristallins blancs, qu'on soumet à une nouvelle cristallisation. L'analyse conduit à la formule d'un sel disodique renfermant 5^{mol} d'eau de cristallisation, qu'il perd à 115° :

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad \diagup CAz \\ CH^2.CO.CNa.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2.CO.CNa.CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad\quad \diagdown CAz \end{array} + 5H^2O.$$

» *Sel d'argent.* — On le prépare en traitant le sel disodique par la quantité équivalente de nitrate d'argent. On obtient un beau précipité blanc, qui a été lavé à l'eau froide, puis séché dans le vide. C'est le sel diargentique anhydre; ce corps résiste bien à la température de 120°; il ne commence à se décomposer que vers 140°.

» *Sel de cuivre.* — Lorsqu'on traite le sel de soude par du sulfate de cuivre, il se forme un précipité vert; on recueille ce précipité sur un filtre, on le lave à l'eau froide et on le sèche sous cloche, en présence d'acide sulfurique; on obtient ainsi une poudre bleu-verdâtre, qui constitue le sel cuivreux de l'éther succinodicyanacétique, ainsi que le démontre le dosage de cuivre. Sa formule est donc

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad \diagup CAz \\ CH^2.CO.C.CO^2C^2H^5 \\ | \qquad\qquad | \\ | \qquad\quad\;\; Cu^2 \\ | \qquad\qquad | \\ CH^2.CO.C.CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad\quad \diagdown CAz \end{array}.$$

(1) *Comptes rendus,* t. XCV, p. 235 et t. CV, p. 115.
(2) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 1413.
(3) Haller, *Comptes rendus,* t. CI, p. 1270.
(4) *Ibid.,* t. XCV, p. 142 et t. CV, p. 169

» *En résumé*, dans l'action du chlorure de succinyle sur l'éther cyanacétique sodé, il se forme deux produits que l'on peut séparer au moyen du carbonate de soude : l'éther succinocyanacétique insoluble dans ce réactif, et l'éther succinodicyanacétique qui s'y dissout avec dégagement d'acide carbonique.

» Nous ne nous prononçons pas pour le moment sur la constitution de ces deux éthers succinocyanacétiques. Il est probable cependant, si l'on raisonne par analogie avec l'éther phtalocyanacétique, que l'éther succinocyanacétique $C^4H^4O^2 : C\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}$ possède une constitution dissymétrique

$$\begin{matrix} CH^2C \\ | \\ CH^2CO \end{matrix} \Big\rangle O : C \begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5. \end{cases}$$

» Le rendement étant très faible, il ne nous a pas encore été possible d'étudier complètement ce composé.

» Quant à l'éther succinodicyanacétique qui se forme en plus grande quantité, si l'on envisage ses propriétés nettement acides, on ne peut guère lui attribuer d'autre formule que celle donnée plus haut et qui en fait un composé symétrique. Nous étudions en ce moment l'action de la phénylhydrazine sur ce produit, dans le but de mettre en évidence l'existence des carbonyles cétoniques.

» On sait, depuis les belles recherches de M. V. Anger (1), que le chlorure de succinyle se comporte, dans plusieurs réactions, comme s'il était formé d'une partie symétrique et d'une partie dissymétrique. Nos propres expériences confirment celles de ce savant, au moins au point de vue qualitatif (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les fonctions de l'acide hydurilique. Préparation des hydurilates de potasse.* Note de M. C. **Matignon**.

« L'acide hydurilique a été découvert par Schlieper et étudié surtout par M. Bæyer (3) dans ses remarquables recherches sur les uréides. Ce dernier

(1) Thèse; Paris, 1890.

(2) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy (laboratoire de M. Haller).

(3) *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. CXXVII, p. 14.

savant donne l'acide hydurilique comme un acide puissant, capable de donner naissance à deux séries de sels, les sels acides et les sels neutres; toutefois, il n'a pu obtenir les sels de potasse : « Quand on ajoute de l'a-» cide acétique à la solution alcaline d'acide hydurilique, dit-il, on obtient » un composé contenant des quantités variables de potasse; de même, » l'addition d'alcool fournit une substance contenant plus de potasse qu'il » n'y en a dans le sel neutre. Il est frappant de voir cet acide, qui se dis-» sout si facilement dans la potasse, posséder pour elle une si faible affi-» nité. »

» J'ai préparé les deux sels de potasse; la valeur des fonctions acides connues et la découverte d'une troisième fonction acide faible ont mis en évidence la cause de l'insuccès de M. Bæyer.

» I. *Chaleur de dissolution de l'acide hydurilique.* — L'acide dissous dans deux équivalents de potasse, pour constituer le sel neutre en solution, m'a donné

$$C^8O^6Az^4H^6 \text{ sol.} + 2KOH \text{ diss.} = C^8O^6Az^4H^4K^2 \text{ diss.} + 2H^2O : +21^{Cal},8.$$

» La même quantité d'acide, dissoute successivement dans 3, 4, 16 molécules de potasse, a conduit aux résultats suivants :

	Cal
3KOH..................	+ 24,4,
4KOH..................	+ 25,9,
16KOH..................	+ 26,0.

» L'addition de 1 mol. de potasse à la solution du sel neutre au tournesol augmente la chaleur de dissolution de $+2^{Cal},6$; 2 ou un nombre plus grand de molécules produisent une augmentation de $+4^{Cal},1$; il en résulte qu'il existe dans l'acide hydurilique une troisième fonction acide, capable de donner naissance à des sels avec trois substitutions métalliques. Cette fonction, mesurée par l'équation thermique :

$$C^8O^6Az^4H^4K^2 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^8O^6Az^4H^3K^3 \text{ (diss. dans KOH)} + H^2O : +4^{Cal},1,$$

est très faible et donne un sel décomposable par l'eau, comme le montrent les expériences précédentes. En résumé :

$$(\alpha)\quad \left\{\begin{array}{l} C^8O^6Az^4H^6 \text{ sol.} + 4KOH \text{ diss.} \\ \quad = C^8O^6Az^4H^3K^3 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} + 3H^2O : +26^{Cal},0. \end{array}\right.$$

» II. *Hydurilate monopotassique* $C^8O^6Az^4H^5K$. — Si l'on ajoute 3 molécules d'acide chlorhydrique à la solution d'acide dans 4 molécules de potasse, et qu'on évapore le mélange à chaud, il se dépose peu à peu une croûte très dure, constituée par des amas de petits cristaux, qui sont transparents au microscope, mais présentent des veines obscures qui les rendent tout à fait comparables aux ailes de mouche. Chauffés à 140°, ils ne changent pas de poids; leur analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
K......................	13,04	13,35

» Ils sont d'une stabilité remarquable vis-à-vis de la chaleur.

» Ce sel monopotassique, dissous dans 3 molécules de potasse, m'a donné :

$$C^8O^6Az^4H^5K \text{ sol.} + 3KOH \text{ diss.} = C^8O^6Az^4H^3K^3 \text{ diss.} + 2H^2O + KOH \text{ diss.} : + 7^{Cal},8.$$

» La comparaison avec (α) permet de déduire la formation du sel à partir de l'acide et la base solides :

$$C^8O^6Az^4H^6 \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^8O^6Az^4H^5K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} : + 32^{Cal},0.$$

» La première fonction acide de l'acide hydurilique est donc bien supérieure à celle des acides monobasiques ordinaires, acétique, benzoïque (22^{Cal}-23^{Cal}). M. Bæyer a montré qu'il était impossible d'obtenir l'acide hydurilique par la décomposition de son sel ammoniacal avec l'acide chlorhydrique : il reste toujours un peu d'ammoniaque liée à l'acide ; la grandeur de la fonction explique cette particularité : il se produit un état d'équilibre, en vertu duquel l'ammoniaque se partage entre les acides hydurilique et chlorhydrique.

» III. *Hydurilate bibasique* $C^8O^6Az^4H^4K^2.3H^2O$. — J'obtiens ce nouveau sel en évaporant une solution d'acide dans la quantité calculée de potasse, où il se dépose, à chaud, en petits cristaux groupés en hémisphères ; à froid, en prismes transparents, isolés, bien nets, quelquefois colorés en rose. L'analyse donne :

	Trouvé.	Calculé ($3H^2O$).
K	20,05 20,21	20,31
Az	14,69	14,58

» Dans une cristallisation où la solution chaude avait été abandonnée à un refroidissement lent, il s'est déposé, outre les cristaux précédents, un énorme cristal prismatique brillant, à 5 molécules d'eau.

» L'hydurilate bibasique à 3 molécules d'eau, dissous dans 2 molécules de potasse, absorbe $4^{cal},2$,

$$\begin{aligned} &C^8O^6Az^4H^4K^2 3H^2O \text{ sol.} + 2KOH \text{ diss.} \\ &\quad = C^8O^6Az^4K^3 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} + 3H^2O \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -4^{Cal},2. \end{aligned}$$

» La comparaison avec (α) donne l'équation caractéristique de la deuxième fonction acide

$$\begin{aligned} &C^8O^6Az^4H^5K \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} \\ &\quad = C^8O^6Az^4H^4K^2, 3H^2O \text{ sol.} : + 21^{Cal},7, \end{aligned}$$

fonction égale à celle des acides normaux carboxylés pour lesquels on a, par exemple, pour l'acide acétique, $21^{Cal},9$. M. Bæyer avait cherché à isoler un sel de potasse en ajoutant de l'acide acétique à une solution alcaline d'acide hydurilique, mais il n'avait obtenu que des composés contenant des doses variables de potasse ; l'égalité de la deuxième fonction hyduri-

lique et de la fonction acétique explique nettement ce résultat; il doit s'établir, entre les deux acides, un équilibre variable avec leurs proportions, de sorte qu'on n'obtient qu'un mélange d'hydurilates monopotassique et dipotassique contenus dans un rapport quelconque.

» L'existence de la troisième fonction acide montre aussi pourquoi M. Bæyer n'a pas obtenu le sel bibasique en précipitant, par l'alcool, la solution alcaline de l'acide; suivant les proportions d'eau et de potasse, le sel tribasique est dans un état de décomposition plus ou moins avancé; l'alcool ne peut précipiter que des mélanges variables des sels bi et tribasiques, où la quantité de potasse, comme l'a trouvé M. Bæyer, est supérieure à la teneur du sel bipotassique.

» *En résumé*, l'acide hydurilique est tribasique; il possède trois fonctions acides différentes : la première, comparable à celle des acides les plus forts de la Chimie organique; la deuxième, du même ordre que celle des acides normaux carboxylés; enfin une troisième, inférieure à la fonction faible de l'acide phosphorique. La connaissance de ces trois fonctions m'a permis d'expliquer toutes les remarques signalées par M. Bæyer. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherches sur les couleurs de quelques insectes*. Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« Les ailes des Lépidoptères et d'autres insectes contiennent un certain nombre de matières colorantes. On n'a étudié jusqu'ici qu'un seul véritable pigment, le pigment jaune des ailes de quelques Lépidoptères (1)

» J'ai déterminé la composition du pigment vert, dans les ailes des Lépidoptères suivants :

» Rhopalocera. — *Papilio* (plusieurs espèces). *Parthenos gambrisius. Hesperia. Limenitis pocris.*

» Noctuæ. — *Halias prasinana.*

» Geometræ. — *Larentia* (plusieurs espèces). *Cidaria miata.*

» Sphingidæ. — *Ino statices.*

» C'est toujours le même pigment qui a été fourni par chacun de ces insectes.

(1) Voir J.-G. Hopkins, *Proceedings of the Chemical Society of London*, p. 117; 1889. *Nature*, p. 197, vol. XLV; 1891. M. Hopkins est toujours à la recherche de la nature du pigment jaune dans les ailes des Rhopalocères.

» On traitait d'abord les ailes par l'alcool chaud et l'éther : le pigment est insoluble dans ces réactifs. On faisait alors bouillir les ailes dans l'eau acidulée; on filtrait le liquide, que l'on concentrait ensuite par évaporation. Le pigment vert se séparait, comme une substance amorphe. Cette opération était répétée plusieurs fois.

» La moyenne de six analyses de ce pigment vert a donné des résultats répondant à la formule $C^{11}H^{12}Az^{8}O^{10}$.

» Ce pigment est un acide bibasique. Il se dissout dans les alcalis. Il est précipité par le nitrate argentique.

» La moyenne de trois analyses du sel d'argent de cet acide conduit à la formule $C^{11}H^{10}Ag^{2}Az^{8}O^{10}$.

» Ce sel d'argent se présente en aiguilles soyeuses incolores, très solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther. La solution alcoolique dévie à droite le plan de polarisation; son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est

$$[\alpha]_D = +29^\circ.$$

» Par une longue ébullition avec de l'eau, le pigment acide donne de l'urée, de l'alloxane et de l'acide carbonique :

$$C^{11}H^{12}Az^{8}O^{10} + O^{2} = 2CH^{4}Az^{2}O + 2C^{4}H^{2}Az^{2}O^{4} + CO^{2}.$$

» Par l'action prolongée de l'acide chlorhydrique bouillant, le pigment se convertit en l'acide urique :

$$C^{11}H^{12}Az^{8}O^{10} = 2C^{5}H^{4}Az^{4}O^{3} + CO^{2} + 2H^{2}O.$$

» Il est très probable que ce pigment vert est dérivé de l'acide urique et qu'il est déposé dans les ailes par les cellules errantes, c'est-à-dire qu'il est de nature excrétoire. Je lui donne provisoirement le nom d'*acide lépidoptérique*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action microbicide de l'acide carbonique dans le lait.* Note de MM. **Cl. Nourry** et **C. Michel.** (Extrait.)

« ... Il nous a paru résulter de nos expériences que :

» 1° Le lait saturé d'acide carbonique sous pression, et maintenu à froid, ne se coagule qu'au bout de huit jours, tandis que le lait ordinaire se caille dans les quarante-huit heures, délai maximum, en général.

» 2° Ce même lait, porté à des températures de 45°, 65° et 80°, se caille dans les conditions ordinaires.

» 3° Porté à la température de 120°, il se coagule aussitôt, au lieu de mettre le temps habituel.

» ... Il semble que l'acide carbonique n'ait pas réellement une action

microbicide, au sens entier du mot, mais qu'il entrave l'évolution microbienne. »

ZOOLOGIE. — *Sur un ganglion nerveux des pattes du* Phalangium opilio. Note de M. **Gaubert**, présentée par M. Milne-Edwards.

« On sait que les Crabes, les Araignées, les Faucheurs, etc. peuvent rompre, dans certaines conditions, leurs membres avec la plus grande facilité, et que la rupture est un acte réflexe indépendant de la volonté de l'animal.

» Mais, tandis que chez les Crabes, chez les Araignées, les parties des pattes détachées par *autotomie* (c'est ainsi que M. Léon Frédéricq a désigné l'amputation spontanée des membres) restent immobiles et à l'état de contraction, chez le Faucheur (*Phalangium opilio*), les parties amputées présentent pendant quelques minutes des mouvements convulsifs. Il était intéressant de déterminer la cause qui produit ces mouvements.

» La rupture des pattes du *Phalangium opilio* se fait entre le second et le troisième article, les articles étant comptés à partir de la base du membre. Cette rupture amène évidemment la section du nerf pédieux au même niveau. J'avais pensé que l'action de l'air sur le bout périphérique du nerf, ou l'action du sang qui, en sortant par la section de la patte, excitait mécaniquement le nerf, étaient la cause des mouvements convulsifs. Harless, Heidenhain, Faivre, M. Charbonnel-Salle ont, en effet, démontré que, si l'on sectionne un nerf, le bout périphérique présente une sensibilité plus grande que si l'on avait excité le nerf entier. Mais, si l'on sectionne de nouveau le nerf, on augmente de nouveau la sensibilité sur le bout périphérique.

» J'ai alors sectionné le propodite : les mouvements ont continué sur la partie formée par le méropodite, le carpopodite et une partie du propodite, mais le reste de la patte, qui aurait dû présenter des mouvements, est resté immobile. La section du quatrième article (carpopodite) a donné les mêmes résultats; celle du troisième (méropodite) a détruit tous les mouvements. Donc les mouvements convulsifs du membre ne pouvaient pas être dus à l'excitation du bout périphérique, puisque, dès que l'on pratiquait la section de la patte sur un point différent de celui où se produit l'autotomie, la partie périphérique de la patte restait à l'état de repos. En faisant des sections sur le troisième article, je me suis assuré qu'il suffisait de sup-

primer l'extrémité proximale de cet article, qui est légèrement renflée en cet endroit, pour faire cesser les mouvements; on obtient le même résultat en plongeant cette partie dans un acide énergique, comme l'acide sulfurique, ou bien en la détruisant avec un fer rouge.

» Examinant alors le nerf, j'ai constaté qu'il se ramifiait en ce point et donnait naissance à un filet nerveux. Sur le nerf pédieux et à l'origine du filet nerveux se trouvait un ganglion allongé. C'est ce ganglion nerveux qui produit les mouvements désordonnés de la patte détachée du corps par autotomie, et ce ne sont pas, comme on aurait pu le supposer, les excitations directes sur le nerf. Quand la patte fait partie du corps de l'animal, ce ganglion est probablement sous l'influence des centres supérieurs correspondant aux ganglions thoraciques. L'amputation de la patte lui rend son indépendance, et ce sont les excitations dues à l'air ou à la perte de sang qui sont, en somme, la cause des mouvements convulsifs ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Myxosporidies de la vésicule biliaire des Poissons. — Espèces nouvelles.* Première Note de M. **P. Thélohan**, présentée par M. Ranvier ([2]).

« Dans un travail récent ([3]), j'ai décrit, sous le nom de *Ceratomyxa sphærulosa,* une intéressante espèce de Myxosporidie trouvée pour la première fois, par M. Balbiani, dans la vésicule biliaire du *Galeus canis* et du *Mustelus vulgaris*.

» Je ne reviens pas ici sur la description de ce parasite, je rappellerai seulement quelques-uns de ses caractères principaux. Les spores, qui mesurent 90μ à 100μ de long sur 10μ à 12μ de diamètre à leur partie médiane, ont une forme très particulière : l'enveloppe est constituée par deux valves dont chacune représente un cône creux très allongé et qui sont soudées par leurs bases. Il y a deux capsules polaires, le plasma n'occupe que la cavité d'une des valves et est dépourvu de vacuole colorable par l'iode. Cette Myxosporidie est encore remarquable en ce que, à l'état adulte, son endoplasme est bourré de petites sphères claires de 3μ ou 4μ de diamètre, renfermant quelques granules d'un jaune brunâtre. Les masses plasmi-

([1]) Travail du laboratoire de M. A. Milne-Edwards.
([2]) Travail du laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.
([3]) *Bulletin de la Société Philomathique;* 1892.

ques sont sphériques ou ovoïdes; l'ectoplasme émet des pseudopodes lobés à mouvements très lents. On ne rencontre jamais que deux spores dans le même individu.

» Dans la vésicule biliaire d'autres Poissons marins, j'ai observé des Myxosporidies dont les spores ressemblent complètement à celles de l'espèce précédente : elles sont seulement un peu plus petites. Toutefois, dans ces nouveaux parasites, les masses plasmiques présentent des caractères tout à fait spéciaux, qui doivent, je crois, les faire considérer comme des espèces distinctes se rapportant au même genre *Ceratomyxa,* caractérisé par la forme et les autres particularités des spores.

» Dans la vésicule biliaire du *Trygon vulgaris* (Concarneau, septembre 1892), j'ai rencontré un parasite à facies tellement spécial, que j'ai hésité d'abord sur sa véritable nature, et que la présence des spores au sein du plasma m'a seule permis de reconnaître avec certitude qu'il s'agissait bien d'une Myxosporidie. Ces spores sont semblables à celles du *Ceratomyxa sphærulosa,* mais plus petites (60$^{\mu}$ de longueur en moyenne), et l'on n'en trouve jamais plus de deux dans le même individu.

» Cet organisme peut revêtir des formes variables. Dans le cas le plus fréquent, c'est un corps allongé, pouvant atteindre 85$^{\mu}$ de long sur 20$^{\mu}$ de largeur maxima, à peu près cylindrique, un peu renflé à sa partie médiane, très atténué à l'une de ses extrémités qui se termine en pointe, arrondi à l'extrémité opposée, que l'on peut désigner sous le nom d'*extrémité antérieure,* puisque, comme on le verra, elle est toujours en avant pendant la progression. Le protoplasma est finement granuleux; la limite entre l'endoplasme et l'ectoplasme est presque impossible à distinguer.

» Au voisinage de l'extrémité antérieure se trouvent groupés un nombre variable de petits globules très réfringents de nature graisseuse. De cette extrémité, on voit partir de longs pseudopodes qui diffèrent notablement des pseudopodes des autres Myxosporidies. Ceux-ci, en effet, affectent d'ordinaire la forme d'expansions protoplasmiques lobées, à lobes plus ou moins aigus et toujours d'assez faible longueur. Ici, au contraire, ces productions, dont le nombre assez variable peut s'élever à six ou huit, sont complètement distinctes les unes des autres, et présentent l'aspect d'appendices presque filiformes dont l'épaisseur diminue progressivement depuis la base jusqu'à l'extrémité libre, qui se termine en pointe très effilée. De plus, ces pseudopodes acquièrent une longueur très considérable qui peut atteindre, et même dépasser, la moitié de la longueur du corps plasmique. Ils sont formés d'un plasma à granulations excessivement fines,

rappelant tout à fait l'ectoplasme des autres espèces : ce sont donc probablement, comme chez ces dernières, des productions ectoplasmiques. Ces appendices sont animés d'un mouvement assez rapide dans lequel ils décrivent un demi-cercle en se dirigeant toujours d'avant en arrière. Je n'ai pu voir si, arrivés au contact du corps, ils se fusionnent avec l'ectoplasme ou si, au contraire, parvenus au terme de leur course, ils se portent de nouveau en avant et continuent à exercer leurs fonctions motrices. En effet, grâce à ce mouvement des pseudopodes, la Myxosporidie se meut avec une rapidité relativement considérable : elle peut franchir en vingt-cinq secondes un espace égal à trois fois sa longueur. Le reste du corps demeure complètement immobile et ne joue aucun rôle dans la propulsion. Cependant il semble jouir d'une certaine contractibilité, ce que j'ai pu constater dans des cas où, l'extrémité antérieure étant venue buter contre quelque obstacle, j'ai vu le corps se replier pour contourner celui-ci.

» Quelques individus présentent une forme différente de celle que je viens de décrire : l'extrémité postérieure peut être renflée et arrondie; d'autres fois, elle est bifurquée, et cette division de l'extrémité postérieure peut être poussée très loin et le corps se termine alors par 7 ou 8 lobes effilés ou même davantage.

» Les pseudopodes sont toujours localisés à l'extrémité antérieure, au voisinage de laquelle on retrouve d'une façon constante l'amas de globules graisseux dont j'ai parlé plus haut. Je propose pour ce parasite du *Trygon* le nom de *Ceratomyxa agilis* (nov. sp.).

» Chez une autre Myxosporidie que j'ai rencontrée dans la vésicule biliaire du *Lophius piscatorius* (Roscoff, le Croisic, août, septembre 1892) les spores présentent les mêmes caractères que celles des espèces précédentes; mais ici elles mesurent en moyenne 65 μ sur 5 à 8. Les masses plasmiques présentent des caractères spéciaux qui différencient nettement ce parasite. Ces masses, arrivées à leur complet développement, revêtent des formes très irrégulières et très variables. Elles sont surtout remarquables par l'existence de longs prolongements immobiles et qui sont constitués par un axe endoplasmique, muni d'un revêtement d'ectoplasme. Ces prolongements partent d'une partie centrale de forme très variable; leur nombre varie de un à quatre ou cinq; leur longueur atteint le double du plus grand diamètre de la portion centrale, qui est le lieu de formation des spores; celles-ci, comme dans les espèces précédentes, ne se rencontrent qu'au nombre de deux dans chaque individu.

» Les pseudopodes sont lobés : ils naissent de l'ectoplasme de la masse centrale en un point qui n'a rien de fixe et qui peut changer d'un instant à l'autre.

» Je propose pour cette Myxosporidie la dénomination de *Ceratomyxa appendiculata* (nov. sp.). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les modifications de l'absorption et de la transpiration qui surviennent dans les plantes atteintes par la gelée.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que l'un des effets de la gelée sur les plantes est d'amener la dessiccation rapide des jeunes pousses. Ce phénomène paraît montrer que des modifications surviennent dans les parties gelées au moment du dégel, soit au point de vue de la transpiration, soit au point de vue de l'absorption, soit à la fois au point de vue de la transpiration et de l'absorption. Je me suis proposé de rechercher expérimentalement la nature et l'étendue de ces modifications et d'en déterminer les conditions et les diverses circonstances.

» Mes recherches ont porté sur la Vigne, la Fève, le Pêcher, le Poirier et le Chèvrefeuille (*Lonicera balearica* DC). Le refroidissement des portions de plantes en expérience était obtenu par l'évaporation rapide de l'éther à l'aide d'une trompe ou d'une soufflerie; en réglant convenablement la vitesse du courant d'air, on pouvait, d'une part, atteindre plus ou moins promptement la température désirée et, d'autre part, la maintenir constante aussi longtemps que cela était nécessaire. Le refroidissement était en général suffisamment intense et d'assez longue durée pour donner aux pousses et aux feuilles une certaine rigidité.

» Il résulte tout d'abord de ces recherches que, toutes choses étant égales, les pousses gelées, après le dégel, vaporisent dans le même temps, des quantités d'eau beaucoup plus considérables que les pousses non gelées. Deux exemples fixeront les idées.

» I. Une jeune pousse de Vigne portant quatre feuilles et dont l'extrémité inférieure était mastiquée dans un flacon plein d'eau, vaporisait dans une chambre noire, à 1^{m} d'un bec de gaz, une moyenne de 17^{mgr} d'eau par quart d'heure; après le refroidissement : premier quart d'heure : 108^{mgr}; deuxième : 87^{mgr}; troisième : 76^{mgr}; quatrième : 54^{mgr}; cinquième : 46^{mgr}; sixième : 39^{mgr}; septième : 34^{mgr}; huitième : 31^{mgr}.

» Au bout de deux heures, ce rameau complètement fané avait vaporisé 475^{mgr} d'eau et perdu 14,46 pour 100 de son poids. Dans le même temps, deux rameaux compa-

rables non refroidis, l'un mastiqué dans un flacon plein d'eau, l'autre dans un flacon vide, placés aussi à 1^{m} du bec de gaz, avaient, le premier, vaporisé 132^{mgr} d'eau et gagné 0,26 pour 100 de son poids, le second, vaporisé 115^{mgr} d'eau et perdu 3,57 pour 100 de son poids (température : 14°,4-15°; état hygrométrique : 58,5-59,5; température du réfrigérant : — 5°).

» II. Une feuille de Cerisier à pétiole mastiqué dans un flacon plein d'eau vaporisait au soleil, avant le refroidissement, une moyenne de 12^{mgr} d'eau par quart d'heure; après le refroidissement : premier quart d'heure : 123^{mgr}; deuxième : 76^{mgr}; troisième : 45^{mgr}; quatrième : 27^{mgr}; cinquième : 18^{mgr}; sixième : 19^{mgr}; septième : 18^{mgr}; huitième : 16^{mgr}. Cette feuille, en partie desséchée, avait alors vaporisé en tout 342^{mgr} d'eau et perdu 43,75 pour 100 de son poids. Deux feuilles comparables non refroidies, placées dans les mêmes conditions, avaient, dans le même temps, la première, vaporisé 98^{mgr} d'eau et perdu 0,62 pour 100 de son poids, la seconde, vaporisé 88^{mgr} d'eau et perdu 12,6 pour 100 de son poids (température du thermomètre à boule noire : 21°-22°,5; état hygrométrique : 60-61 ; température du réfrigérant : — 6°).

» Il était intéressant de savoir si cette énorme production de vapeur relève de la transpiration ou de l'évaporation. Des pousses et des feuilles ayant été placées, à leur sortie du réfrigérant, sous une cloche de verre renfermant de l'air saturé d'humidité n'ont pas vaporisé d'eau à la lumière. Les pertes d'eau éprouvées par les plantes gelées après le dégel sont donc le résultat non d'une transpiration comme on l'observe dans les plantes normales, mais d'une simple évaporation.

» Il résulte encore de mes recherches que l'absorption de l'eau par les pousses gelées est très réduite ou même nulle, au moins pendant les premières heures qui suivent le dégel, c'est-à-dire au moment même où la vaporisation présente une intensité considérable.

» J'ai constaté que, toutes choses étant égales et jusqu'à une certaine limite, d'ailleurs variable, l'absorption et surtout la vaporisation sont d'autant plus modifiées que le refroidissement a été plus intense et de plus de durée.

» Dans les plantes non gelées, une élévation rapide de la température accroît l'intensité de la vaporisation et peut, d'autre part, ralentir ou même supprimer momentanément l'absorption; mais ce serait commettre une erreur que d'attribuer simplement à cette même cause les modifications que je viens de signaler dans la vaporisation et l'absorption des plantes gelées. L'expérience suivante est, à cet égard, très instructive :

» Deux jeunes pousses de Poirier comparables, que je désignerai l'une par A, l'autre par B, furent placées dans la chambre obscure : A à 1^{m} du bec de gaz, B plus près et à une distance telle que le thermomètre à boule noire marquât, au contact de B, 2° de plus qu'au contact de A. Dans ces conditions, A vaporisait par quart d'heure 11^{mgr}

d'eau et B, 13^{mgr}. La température de A fut alors abaissée et maintenue égale à $-4°$ pendant une demi-heure; la température de B fut maintenue pendant le même temps égale à $-2°$ [1]. A leur sortie du réfrigérant, les deux rameaux furent replacés dans leur position primitive. Or, bien que leur température eût été élevée de la même quantité et en même temps, les deux rameaux vaporisèrent des quantités d'eau fort inégales.

» *Rameau A.* — Premier quart d'heure : 102^{mgr}; deuxième : 91^{mgr}; troisième : 78^{mgr}; quatrième : 55^{mgr}; cinquième : 48^{mgr}; sixième : 37^{mgr}.

» *Rameau B.* — Premier quart d'heure : 19^{mgr}; deuxième : 17^{mgr}; troisième : 16^{mgr}; quatrième : 15^{mgr}; cinquième : 14^{mgr}; sixième : 14^{mgr}.

» A ces inégalités correspondaient des différences profondes dans la manière d'être des deux rameaux. Tandis que A noircissait et se desséchait, B conservait sa couleur verte et sa turgescence. Le rameau A seul avait été gelé.

» Les résultats de cette expérience et le fait signalé plus haut, de la transformation dans les plantes gelées de la fonction transpiratoire en une simple évaporation, montrent que l'arrêt ou, du moins, le ralentissement de l'absorption et l'accroissement de la vaporisation qui se manifestent dans ces plantes au moment du dégel, ne peuvent pas être simplement attribués à une élévation plus ou moins rapide et plus ou moins considérable de la température, mais tirent leur origine de modifications profondes apportées dans les propriétés des éléments anatomiques par le refroidissement.

» La coexistence, au moment du dégel, d'une évaporation intense et d'une absorption faible ou nulle, et les diverses circonstances susceptibles de modifier la valeur, soit de l'absorption, soit de l'évaporation, intensité et durée du refroidissement, température, état hygrométrique, expliquent la dessiccation plus ou moins rapide des bourgeons ou des jeunes pousses des plantes gelées. »

BOTANIQUE. — Æcidiconium, *genre nouveau d'Urédinées.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« Une Urédinée parasite des aiguilles du *Pinus montana* produit, dans les conditions normales de la végétation, un appareil conidien analogue à celui qui, chez l'*Endophyllum Sempervivi*, apparaît dans un milieu insolite (voir *Comptes rendus*, t. CXV, p. 895) [2].

---

(1) Dans toutes ces expériences, le flacon était maintenu en dehors du réfrigérant.

(2) Ce champignon a été découvert par M. Bartet, inspecteur des forêts, dans un reboisement remontant à une dizaine d'années, situé à une altitude approximative de

» Pour bien définir la situation du Champignon, rappelons la structure de la feuille du *Pinus montana*. L'écorce est formée de grandes cellules dont les parois minces, lâchement unies entre elles, présentent des replis saillants dans la cavité cellulaire. Seules les assises limitantes se composent d'éléments étroits, intimement soudés entre eux. Les cellules sécrétrices sont entourées d'éléments scléreux. Les cellules contiguës au cordon axile forment une gaîne endodermique ininterrompue. Au contact de l'épiderme épaissi, lignifié et revêtu d'une cuticule, l'assise externe de l'écorce s'organise en une couche différenciée à la façon de l'endoderme, assez nettement définie pour mériter le nom d'*exoderme*. Les cellules exodermiques, aplaties, munies d'une paroi mince, faiblement lignifiées, contractent d'étroites relations avec l'épiderme qu'elles suppléent dans son rôle aquifère sacrifié à la sclérose.

» Le mycélium du parasite envahit tous les méats intercellulaires de l'écorce foliaire, sans introduire dans les cellules vivantes autre chose que des suçoirs, sans franchir l'endoderme, ni l'exoderme, ni la gaîne des canaux à résine. Il se compose de cellules à noyau unique, placées bout à bout, formant des filaments ramifiés, irrégulièrement contournés, dont le diamètre assez uniforme est de 4^{μ} à 5^{μ}. Il élargit les espaces intercellulaires en étreignant les cellules corticales, en s'insinuant entre les deux feuillets primitivement accolés des replis de la membrane. Le mycélium devient très puissant vers la périphérie, surtout aux points où il porte des fructifications. Alors les cellules à chlorophylle sont dissociées et tuées. Les filaments du Champignon forment sous l'exoderme un pseudo-parenchyme, sorte de stroma qui sert de base aux fructifications.

» Les fructifications soulèvent l'épiderme doublé par l'exoderme et forment des tumeurs brunes tranchant sur le fond vert de la feuille. Cette coloration est due aux cellules exodermiques qui, soustraites aux échanges nutritifs, perdent leur contenu clair, transparent et le remplacent par une masse granuleuse, opaque, brunâtre.

» Ces tumeurs sont de deux sortes : les unes sont produites par des æcidioles, les autres par des corbeilles à téleutospores.

» L'æcidiole est elliptique, bombée. Elle a près d'un millimètre de longueur. Une fissure longitudinale divise en deux le dôme formé au-dessus d'elle par l'épiderme doublé de l'exoderme. Du fond aplati de l'æcidiole, se détachent les filaments sporifères inclinés vers la fente médiane et réduits à un diamètre de 2^{μ}. A leur extrémité, le noyau subit des bipartitions répétées. Trois ou quatre noyaux sont placés à la file sous le sommet. Puis, chacun d'eux s'isole par un étranglement basipète dans une spore elliptique mesurant 4^{μ} sur 2^{μ}.

» La corbeille à téleutospores, d'abord arrondie, s'étire, atteint une longueur de 5 à 8^{mm}, sur une largeur voisine de 1^{mm}. Une ou deux fissures longitudinales, irrégulières dans leur situation comme dans leur étendue, mettent la fructification en communication avec l'extérieur. A travers ces fissures, on aperçoit, parfois, des débris de membranes blanchâtres, lacérées ou désagrégées en une poussière farineuse.

1600^{m}, au Laou-d'Esbas, près de Bagnères-de-Luchon. Très compétent dans les questions de Pathologie végétale, M. Bartet a pu me procurer les échantillons les plus convenables pour l'étude de ce parasite.

Du stroma homogène qui tapisse le fond des corbeilles à téleutospores se détachent deux sortes d'éléments.

» Les plus abondants forment des excroissances plus ou moins saillantes, planes ou bombées, circulaires ou allongées en bourrelets sinueux. Leurs éléments ne diffèrent des filaments du stroma que par leur direction ascendante. Ces excroissances sont tapissées par un appareil conidien comprenant, comme celui des *Endophyllum*, des paraphyses et des tubes sporifères. Les paraphyses cloisonnées, rameuses, ne dépassent pas $1^{\mu},5$ de diamètre. Les tubes ayant, comme les filaments végétatifs, un calibre de 4 à 5^{μ}, se terminent par une conidie portée par un court stérigmate. La conidie, unicellulaire, présente une couleur brun-violacé clair, une membrane lisse et peu épaisse. D'abord ovoïde, elle devient presque sphérique, avec un diamètre de 10^{μ} à 11^{μ}. Placée dans une solution nutritive, elle germe dès les premières heures.

» Dans l'intervalle des bourrelets conidiens, le stroma typique se prolonge en filaments beaucoup plus larges, mesurant de 8^{μ} à 12^{μ} de diamètre. En se soudant, ces filaments simulent un parenchyme palissadique, à surface irrégulière. L'extrémité libre des filaments prend la structure des téleutospores d'*Endophyllum*. La membrane stratifiée présente une couche moyenne différenciée en petits cylindres, comme dans beaucoup de spores æcidiennes. Ces éléments sporiformes, incolores, se disposent en files plus ou moins longues, ou bien il s'en forme un seul. Souvent même, le sommet seul s'épaissit sans que la cellule terminale se différencie.

» Dans certaines régions, généralement allongées en bandes parallèles au bord de l'hyménium conidien, et intercalées aux îlots de cet hyménium, plusieurs rangs de filaments développent, en progression croissante, leurs éléments sporiformes, qui restent soudés entre eux. Le rang moyen se prolonge en un voile comprenant une seule épaisseur de cellules à parois sculptées, tandis que les rangs suivants supportent le voile comme une sorte de soubassement en forme de talus, composé d'éléments de même structure.

» Dans les portions où les grosses cellules à membrane sculptée ne forment pas un voile, leur lamelle moyenne se dissout et met en liberté les cellules hérissées des cylindres de la couche intermédiaire, rendue superficielle. Ainsi se produit la poussière farineuse visible à l'œil nu.

» Le voile blanc, formé de cellules stériles qui ne sont que des spores modifiées pour protéger la fructification, a la même origine et la même valeur que la pseudopéridie de beaucoup d'Æcidies.

» Les caractères du voile et des cellules dissociées, rapprochés de la structure, de la situation et du genre de vie du mycélium, permettent de ranger le parasite du *Pinus montana* parmi les Urédinées, au voisinage des *Endophyllum*.

» Ce qui est spécial à ce Champignon, c'est la prédominance de l'appareil conidien sur les spores appartenant aux types définis de la plupart des Urédinées. Les homologues des téleutospores et des éléments æcidiens, en tout ou en partie stériles, jouent essentiellement un rôle protecteur. La

multiplication et la dissémination sont normalement assurées par les conidies qui, dans les autres genres, n'ont été observées qu'une fois, encore dans des conditions exceptionnelles.

» Cette déviation résulte de la situation spéciale du parasite. D'après les observations de M. Bartet, les fructifications se montrent principalement sur les aiguilles âgées de trois ou quatre ans. A cette période, l'épiderme doublé de l'exoderme forme une couche protectrice puissante et réalise naturellement un milieu confiné analogue à celui que j'ai obtenu artificiellement en enfermant les *Sempervivum* chargés d'*Endophyllum* dans une boîte d'herborisation.

» L'avortement des téleutospores et le développement corrélatif de l'appareil conidien, anormaux chez les autres Urédinées connues, deviennent le trait le plus caractéristique de l'organisation du parasite du *Pinus montana*. Cette propriété justifie la création d'un genre nouveau. Le nom d'Æcidiconium rappellera son caractère distinctif. En appelant l'espèce *Æcidiconium Barteti*, je veux reconnaître les services que mon collaborateur a rendus à la Cryptogamie. »

GÉOLOGIE. — *Sur la classification et les parallélismes du système miocène.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des principaux résultats d'un voyage géologique que j'ai entrepris, sous ses auspices, en Suisse, en Bavière, en Autriche-Hongrie et en Italie, dans le but de comparer les formations néogènes de ces contrées avec celles de la France, et de faire servir ces comparaisons à un essai de coordination générale des étages dans le terrain miocène.

» Mes recherches ont été dirigées dans deux voies principales : d'une part, j'ai essayé de paralléliser, dans le détail, les diverses assises miocènes d'*origine marine* de ces pays; d'autre part, je me suis efforcé de rattacher d'une manière précise à chacun des horizons marins les *facies terrestres* qui leur correspondent et qui sont caractérisés par les faunes de Mammifères successives de l'*horizon des sables de l'Orléanais,* de celui *de Sansan* et enfin de celui *de Pikermi.*

» I. Il faut distinguer, dans le miocène marin, un grand *étage inférieur* avec l'horizon si riche des faluns de Saucats et de Léognan à la base, et celui de la mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* au sommet. Le pre-

mier de ces horizons répond à une première phase de transgression encore peu prononcée de la mer miocène qui, dans le bassin du Rhône, n'a pas dépassé au nord le département de la Drôme, tandis qu'avec l'horizon supérieur, elle a pénétré en Dauphiné, en Savoie, en Suisse et de là, par la Bavière, jusque dans le bassin extra-alpin de Vienne (couches de Horn ou premier étage méditerranéen de M. Suess). Je désignerai ce premier groupe naturel de couches sous le nom d'étage *Burdigalien*, à cause de la belle faune marine des environs de Bordeaux.

» La faune de Mammifères de ce niveau a encore un cachet *archaïque* par la présence de l'*Anthracotherium*, du *Paleochœrus*, de l'état peu avancé d'évolution des Cervidés, comme l'a fort bien montré M. le professeur Gaudry (*Faune des sables de l'Orléanais en France et d'Eggenburg en Autriche*).

» II. Un deuxième étage a pour type l'horizon fossilifère le plus important de la mollasse suisse, l'*horizon de Saint-Gall et de Berne*, où apparaît *Cardita Jouanneti*. Il peut être désigné sous le nom d'*Helvétien* et il correspond au maximum de transgression de la mer miocène qui envahit la Touraine, le plateau du Randen, les environs d'Ulm. En Autriche, il correspond aux *sables de Grund* (base du second étage méditerranéen), précédés par le *schlier*, horizon gypso-salifère, et il est représenté en Italie par les sables verts *de la Superga* à Turin, précédés aussi par un *schlier*, dit *langhien*. Dans le bassin du Rhône, une masse de sables et de grès terminée par l'*horizon de Visan*, à *Pecten vindascinus*, est l'équivalent de ce second étage.

» Les Mammifères de ce niveau, trouvés dans les lignites d'Eibiswald, en Styrie, contiennent la faune typique de l'*horizon de Sansan*, à caractères franchement miocènes.

» III. La régression de la mer miocène commence avec le troisième étage ou *tortonien*, dans lequel la mer du bassin du Rhône (couches de Cucuron et Cabrières) est séparée de celle de Vienne (Leithakalk et marnes de Baden) par une large région exondée où s'est formée la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse et de Bavière. La faune des Mammifères de cet horizon (la Grive Saint-Alban, Steinheim, etc.) ressemble beaucoup à celle de Sansan, avec seulement une nuance un peu plus jeune dans son ensemble.

» IV. Cette même faune persiste dans l'étage *sarmatique* du bassin du Danube, dont on ne connaît pas d'équivalent exact dans l'Europe occidentale.

» V. Enfin, avec l'étage *pontique* ou des *couches à Congéries* de Vienne, apparaît une faune de Mammifères tout à fait nouvelle, la faune à *Hipparion* ou de Pikermi, qui acquiert son maximum d'expansion dans les *graviers fluviatiles du Belvédère* par lesquels se termine le miocène de Vienne.

» Les couches saumâtres à *Helix Christoli* de Cucuron et les *limons terrestres à Hipparion* du Léberon représentent en France ce même étage, avec la même faune terrestre de l'horizon de Pikermi. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'existence de la microgranulite et de l'orthophyre dans les terrains primaires des Alpes françaises.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Mallard.

« Si l'on fait abstraction du granite et de la granulite, et si l'on met de côté les roches vertes (gabbros, diabases, diorites, euphotides, serpentines), très communément interstratifiées dans les schistes antérieurs au houiller, les seules roches franchement éruptives signalées jusqu'ici dans les terrains primaires des Alpes françaises sont des porphyrites et des mélaphyres. Les porphyrites, connues depuis fort longtemps dans le houiller du Briançonnais, forment quelques rares filons dans le permien de la Savoie, et d'autres filons, moins rares, mais toujours plus importants, dans les gneiss granulitiques du Pelvoux (Combeynot, col du Sellar). Les mélaphyres ont été étudiés par Lory; ils constituent, dans les Alpes du Dauphiné (vallée du Drac, Valbonnais, Valjouffrey, Valgaudemar), des coulées puissantes à la partie supérieure du trias : les variétés amygdaloïdes se trouvent dans toutes les collections sous le nom de *spilites du Drac*.

» Dans le courant de l'été de 1892, de nombreuses courses effectuées, pour le service de la Carte géologique détaillée de la France, dans les massifs du Pelvoux et des Grandes-Rousses, m'ont permis de reconnaître que la série porphyrique des Alpes françaises est, en réalité, beaucoup plus complète. La microgranulite apparaît dans le massif de Combeynot, au sud du col du Lautaret, sous la forme de gros dykes perçant les schistes azoïques granulitisés ($X\gamma_1$) ou la granulite schisteuse ($\gamma_1 X$).

» D'autre part, dans la grande bande houillère qui flanque du côté de l'est le haut massif des Grandes-Rousses, d'énormes coulées d'orthophyre alternent avec les grès et les poudingues.

» Voici, en attendant une description complète, quelques indications sommaires sur ces roches intéressantes.

» Microgranulites. — A l'œil nu : Roche très blanche, dure, à cassure esquilleuse. Aspect euritique. Pâte très fine, dans laquelle nagent des cristaux d'orthose plus blancs que la pâte, et des grains parfois bipyramidés de quartz; quelques débris anguleux de schistes azoïques durs et noirs.

» Au microscope : I. *Apatite, zircon, fer oxydulé :* tous trois peu abondants. *Mica noir* généralement altéré, parfois transformé en chlorite; il est d'ailleurs peu abondant, et les piles sont de faibles dimensions. Grands cristaux de feldspath atteignant 7^{mm} à 8^{mm} de longueur; les plus volumineux appartiennent à l'*orthose,* le plus grand nombre semble appartenir à l'*oligoclase*. La plupart des cristaux d'orthose présentent la mâcle suivant la loi de Carlsbad; quelques-uns ne présentent aucune mâcle. Traces d'*anorthose,* pas de microcline. L'oligoclase présente les mâcles croisées de l'albite et du péricline. *Quartz* abondant, bipyramidé, généralement rongé et corrodé par la pâte.

» II. Pâte microgranulitique, en fine mosaïque, sans apparence fluidale. Cette pâte semble renfermer plus de quartz que d'orthose. Pas de micropegmatite, ni d'auréole à extinction totale autour des quartz. Quelques très rares lamelles de muscovites.

» Dans le système de notations proposé par M. Michel-Lévy, la formule de la roche est la suivante : $\overline{\mathrm{II}\beta - \mathrm{M}\, t_1 a_2 \underline{a_1 q}}$. C'est une microgranulite typique rappelant certaines espèces de la Loire, intermédiaires entre les microgranulites communes et les eurites.

» Les morceaux de schistes englobés dans la roche éruptive présentent sur leurs bords un mélange de leurs matériaux et de ceux de la microgranulite.

» *Gisement.* — Filons nombreux, dirigés sensiblement est-ouest, ayant jusqu'à 100^{m} et plus d'épaisseur, et pouvant se suivre sur une longueur de 500^{m} à 1000^{m}. Ces filons percent des gneiss granulitiques qui proviennent de la transformation par la granulite d'assises très anciennes. Quelques bancs de poudingues injectés de veinules granulitiques s'observent au milieu des gneiss : l'ensemble forme le massif de Combeynot, qui s'élève jusqu'à 3163^{m} d'altitude, immédiatement au sud du col du Lautaret (route de Grenoble à Briançon). Les filons de microgranulite sont situés sur le versant nord du massif, dans les arêtes rocheuses qui dominent les sources de la Guisane.

» Orthophyre. — A l'œil nu : Roche d'un vert clair [1], souvent bleuâtre, aspect très analogue à celui des phonolites, sauf la division tabulaire; la pâte a l'éclat cireux, la cassure esquilleuse et la semi-translucidité des pâtes de phonolites. Cette pâte englobe des cristaux plus ou moins nombreux de feldspath. Dans certaines variétés, ces feldspaths sont très petits. Sur la plupart des lamelles feldspathiques on voit les stries fines caractéristiques des feldspaths tricliniques. Nombreux débris de schistes verdâtres, de grès houiller, plus rarement de gneiss. A la roche éruptive sont associés de véritables tufs.

» Au microscope : I. *Apatite* extrêmement abondante, en cristaux volumineux, généralement fusiforme, renfermant de nombreuses inclusions brunes irrégulièrement

---

[1] C'est la *pierre bleue* exploitée dans les alluvions de la vallée d'Arves pour pierres de taille, croix, etc.

concentrées. Quand ces inclusions sont très serrées, on voit qu'elles ont le polychroïsme et la biréfringence du mica noir. Je ne doute pas qu'elles n'appartiennent à ce dernier minéral. *Zircon* très répandu, en prismes terminés. Très peu de *fer oxydulé. Mica noir* en piles peu épaisses, fréquemment déchiquetées et presque toujours très altérées. Les produits de cette altération sont : le mica blanc, la chlorite, la magnétite, l'hématite, et peut-être un peu de quartz. *Feldspaths* souvent très volumineux (jusqu'à $0^m,01$ de longueur), presque toujours arrondis et rongés sur les bords : fréquemment cassés. Quelques individus appartiennent à l'*orthose,* mais le plus grand nombre sont tricliniques. L'*oligoclase* prédomine ; il est accompagné de labrador. Beaucoup de cristaux sont zonés. Les feldspaths sont fréquemment kaolinisés. Le quartz de première consolidation est très rare.

» II. *Pâte fluidale* formée de microlites feldspathiques généralement dépourvus de mâcles, rectangulaires et s'éteignant en long. A ces microlites d'orthose se mélangent quelques microlites d'oligoclase en petit nombre. Les microlites d'orthose ne présentent pas d'aplatissement spécial parallèlement à g^1. Aux microlites s'associent des plages feldspathiques sans contour défini, analogues à celles de deuxième consolidation de la microgranulite. Pas de microlites magnésiens. Dans les interstices des microlites feldspathiques, on aperçoit, aux forts grossissements, quelques petites lamelles de mica, qui semblent provenir de l'éparpillement des piles anciennes.

» La formule de la roche est donc $\Pi\mu - \overline{F_3 F_6 M t_2 \underline{t_1 a_1}}$. Il importe de noter l'absence du pyroxène et de l'amphibole, et la rareté relative du mica noir. Au lieu que les orthophyres du Plateau central sont riches en magnésie, ceux que je décris sont presque exclusivement feldspathiques. L'abondance de l'apatite et du zircon est un caractère commun à la plupart des orthophyres.

» Les tufs sont semblables aux *grès porphyriques* de la Loire. Ce sont des mélanges de fragments de grès ou de schistes avec les éléments de la roche éruptive.

» *Gisement.* — Les orthophyres forment des nappes puissantes dans le houiller, tout le long du synclinal houiller qui va du Freney d'Oisans à Saint-Sorlin d'Arves, sur le versant oriental des Grandes-Rousses. Les couches houillères [1], comprises dans des schistes azoïques granulitisés, sont presque partout verticales. Au Freney même, sur la route de Grenoble à Briançon, on exploite la roche éruptive pour les empierrements. Au Château-Noir, sur l'Alpe de Sarennes, l'épaisseur de la bande orthophyrique atteint 500^m. Au voisinage du col de la Croix-de-Fer, la formation, faite de couches plongeant de 60° à 80° vers l'est, a plus de 1^{km} de largeur.

» Au Freney, et vers le point 2939 (Château-Noir), l'orthophyre contient des galets d'une porphyrite labradorique. Bien que cette dernière roche soit fort altérée, on peut constater qu'elle diffère notablement des porphyrites du Pelvoux, lesquelles sont probablement permiennes.

» Aucun fait ne permet de dire quelle est la plus ancienne des deux

---

[1] Des empreintes végétales, trouvées à Chatagouta et à la Balme, semblent indiquer que ces couches sont contemporaines de celles de Rive-de-Gier.

roches qui font l'objet de cette Note. Si les choses se sont passées comme dans le Plateau central, l'antériorité appartient à l'orthophyre. La *série hercynienne* des roches éruptives, dans les Alpes françaises, serait alors la suivante, jusqu'à nouvelle découverte :

» Porphyrites, orthophyres et microgranulites (houiller); nouvelles porphyrites (permien); mélaphyres (trias). »

MINÉRALOGIE. — *Sur les modifications minéralogiques effectuées par la lherzolite sur les calcaires du jurassique inférieur de l'Ariège. Conclusions à en tirer au point de vue de l'histoire de cette roche éruptive.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« L'origine éruptive de la lherzolite des Pyrénées est aujourd'hui admise d'une façon générale. Cette opinion, vraie en elle-même, est cependant basée sur des considérations inexactes; je me propose d'en donner une démonstration rigoureuse.

» Tous ceux qui ont étudié en place la lherzolite ont été frappés, d'une part, par sa situation constante au milieu des massifs de calcaires cristallins (secondaires) et, de l'autre, par la fréquence dans ces calcaires de minéraux dont le *dipyre* est le plus habituel. Ces deux faits ont conduit à attribuer à l'action de la lherzolite éruptive la production de ces diverses substances cristallisées. Je ferai remarquer, en passant, que ce raisonnement est le même que celui qui a fait attribuer par quelques géologues ces mêmes minéraux à l'action du granite que l'on observe, au port de Saleix, dans des conditions stratigraphiques identiques. J'ai montré que ces granites ([1]) étaient antérieurs aux calcaires qui en renferment des galets et que, par suite, ils n'avaient pu développer dans les roches sédimentaires aucun phénomène de métamorphisme. Or, il en est de même pour la lherzolite.

» En effet, j'ai pu constater que, dans presque tous les gisements de lherzolite que j'ai étudiés depuis quatre ans, sur toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées, les calcaires cristallins supérieurs, à leur contact avec la lherzolite, renferment des galets de cette roche. Quelquefois, comme à l'étang de Lherz, on trouve même une véritable brèche dont les

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1468; 1891. Une partie de ces roches est constituée non par du granite, mais par du gneiss.

éléments sont en grande partie empruntés à la lherzolite. Plus on s'éloigne du contact et plus ces galets lherzolitiques deviennent rares. A l'étang de Lherz, j'en ai encore rencontré des fragments, dans le calcaire, à 50^{m} du contact; localement on trouve, dans les calcaires, de véritables *graviers lherzolitiques,* constitués par les minéraux les moins altérables de la roche (*spinelle, diopside, enstatite, hornblende*). Il est donc incontestable que la lherzolite est antérieure à ces calcaires cristallins supérieurs qui, d'après les travaux de M. de Lacvivier dans l'Ariège, doivent être attribués au jurassique supérieur. L'origine des minéraux que renferment ces calcaires doit par suite être recherchée en dehors d'une action de contact.

» J'ai relevé au bois de Fajou, près Caussou (Ariège), une coupe fort remarquable montrant le contact de la lherzolite avec les calcaires argileux du lias moyen [1], qui forment le soubassement des calcaires cristallins supérieurs dont il vient d'être question. Cette coupe met hors de doute la nature éruptive de la lherzolite. Ce contact n'est visible que sur une vingtaine de mètres, en haut d'un ravin difficile d'accès. Le calcaire est profondément modifié, sans avoir cependant perdu sa schistosité. Les inégalités de composition originelle des divers lits est rendue manifeste par la variété des minéraux nouvellement formés. On observe des alternances de bancs de calcaire très cristallin, pauvre en minéraux, et des lits ou nodules entièrement silicatés, présentant les plus grandes variations dans la nature et dans les dimensions de leurs éléments constitutifs.

» On peut cependant distinguer deux types principaux. Le premier forme des roches à aspect pétrosiliceux, très compactes, mais assez fragiles, brunâtres. L'examen microscopique montre que ces roches sont en grande partie formées par des plages globuleuses de *dipyre,* englobant un nombre considérable de paillettes de *biotite* ou de grains de *pyroxène;* souvent ces roches sont rubannées, et alors chacun des éléments, qui viennent d'être énumérés, s'isole en veines distinctes, ou bien ils se mélangent en toutes proportions. Le sphène est parfois abondant; assez rarement, on voit apparaître un feldspath triclinique basique et la roche prend alors l'apparence d'un gneiss à pyroxène.

» Le second type est extrêmement micacé; des cristaux irréguliers de *dipyre* sont disséminés au milieu d'une masse, constituée par de petites

(1) Ces calcaires ne renferment pas de fossiles en ce point, mais leur position stratigraphique permet de les assimiler aux assises fossilifères du lias moyen, connues dans la région.

paillettes de *biotite* et de grains de *pyroxène*. Le rutile, le spinelle vert et surtout l'amphibole sont localement très abondants. Enfin quelques échantillons renferment en grande quantité de petits cristaux de *tourmaline bleue*, que l'on ne s'attendait guère à trouver dans ces conditions.

» Ces deux types passent, du reste, l'un à l'autre, et l'on trouve toutes les transitions possibles entre eux et les calcaires, pauvres en silicates. La structure de ces agrégats minéraux rappelle d'une façon frappante celle de certains des blocs micacés, rejetés par la Somma et provenant comme eux de la transformation de calcaires.

» Notons enfin que les géodes de ces roches métamorphisées sont fréquemment tapissées de beaux cristaux de zéolites (chabasie, stilbite).

» J'ai observé un contact du même genre près d'Escourjeat, dans la haute vallée de Suc. Enfin, c'est sans doute à des phénomènes du même genre qu'il y a lieu de rapporter des modifications analogues, mais peu intenses, que nous avons observées, M. de Lacvivier et moi, dans des calcaires du même âge au voisinage de la lherzolite de Prades (Ariège).

» *En résumé*, l'étude du ravin de Fajou m'a permis de démontrer que la lherzolite est bien éruptive et de décrire les intéressantes modifications qu'elle exerce sur les calcaires du jurassique inférieur. D'autre part, l'antériorité de la lherzolite par rapport aux calcaires cristallins supérieurs de la haute Ariège a été établie. Si l'âge, attribué à ces divers calcaires par les stratigraphes qui ont étudié cette région, est exact, l'apparition de la lherzolite aurait eu lieu entre le lias supérieur et le jurassique supérieur. L'absence de fossiles ne permet pas, pour l'instant, de serrer la question de plus près. »

GÉOLOGIE. — *Sur la distribution géographique, l'origine et l'âge des ophites et des lherzolites de l'Ariège.* Note de M. DE LACVIVIER, présentée par M. Fouqué.

« Les ophites et les lherzolites ne sont pas disséminées sans ordre dans l'Ariège, elles affectent au contraire certaines directions, formant comme des traînées plus ou moins régulières et continues, orientées sensiblement du sud-est au nord-ouest. On peut en distinguer quatre, dont nous ferons connaître l'allure et signalerons les principaux jalons, en allant du sud au nord du département.

» La première ligne d'ophites passe par Caussou, Appi, Vicdessos et se termine à la vallée de Rouzé;

» La deuxième commence à Arnave, va à Massat, Aleu, Seix et peut se relier à celles qui existent dans le Castillonnais;

» La troisième ligne part de Montségur, passe à Saint-Antoine, longe la route de Foix à Saint-Girons et aboutit à Lacourt;

» La quatrième ligne, dirigée plus au nord, se montre entre Montgauch, Marsoulas, et Salies-du-Salat, dans la Haute-Garonne.

» La plupart de ces lignes d'ophites sont situées dans le voisinage des roches anciennes et de quelques-unes des failles les plus importantes qui sillonnent les terrains de la haute Ariège.

» Les lherzolites, dont l'extension est moins considérable, se montrent toutes sur une même ligne allant de la région de Prades à celle de Vicdessos et aboutissant à l'étang de Lherz.

» Ce rapide exposé, qui trouvera son complément dans un travail de plus longue haleine, montre que les ophites et les lherzolites ont un grand développement dans l'Ariège; elles ont dû jouer un rôle important dans le relief actuel du sol, car elles sont en relations avec les différents termes des séries primaire, secondaire et tertiaire, si bien que les travaux de la plupart des géologues qui ont étudié ces roches tendent à démontrer que leur apparition s'est prolongée depuis l'époque du trias jusqu'à celle du miocène. Nos propres observations établissent qu'il y a des ophites dans le silurien, le dévonien, le carbonifère, le trias, qu'elles sont en contact, sur quelques points, avec le jurassique, le crétacé inférieur, et que, dans certaines localités, on les trouve dans le voisinage du crétacé supérieur et même du tertiaire.

» Les lherzolites accompagnent un terrain que Charpentier avait désigné sous la dénomination de *calcaires primitifs*.

» Il ne faut pas conclure de la présence des ophites dans de nombreux termes de la série sédimentaire qu'elles sont contemporaines des terrains dans lesquels elles sont enclavées. Leur nature éruptive peut faire supposer qu'elles ont dû exercer des actions métamorphiques sur les formations à travers lesquelles elles se sont épanchées. Or, les faits de ce genre sont peu nombreux. Nous n'en avons observé qu'un seul dans les terrains primaires; le trias et le jurassique paraissent avoir été le siège de quelques-uns de ces phénomènes, et il n'y en a pas trace plus haut dans la série géologique.

» A Saint-Antoine, sur la route de Foix à Tarascon, il y a une masse d'ophite qui a traversé le dévonien. Au contact de cette roche, le calcaire

est altéré et plus loin les couleurs vives des assises font reconnaître les griottes.

» Entre la Bastide-de-Sérou et Ségalas, près du hameau de Canol, on observe des mamelons ophitiques qui supportent tantôt des lambeaux de marnes irisées, tantôt, sur d'autres points, les bancs de l'infralias ou une brèche qui représente le lias inférieur dans l'Ariège. Au contact de l'ophite, la brèche est entièrement formée à ses dépens. Plus haut, les calcaires de l'infralias et l'ophite entrent en parties à peu près égales dans la constitution des assises, et enfin le calcaire domine et la roche éruptive finit même par disparaître. Sur quelques points, on peut voir au-dessus de l'ophite la succession suivante : marnes irisées, infralias, lias inférieur, celui-ci supportant le lias moyen fossilifère. A Ségalas, où les mêmes faits s'observent, l'ophite massive empâte des roches diverses, des calcaires rougeâtres et des morceaux de porphyrite.

» On peut conclure de ce qui précède que la roche éruptive est plus ancienne que l'infralias. La présence du gypse fait supposer qu'elle a traversé les calcaires du trias en les métamorphisant. Comment expliquer après cela la présence de l'ophite dans le voisinage de formations plus récentes, telles que le crétacé et même le tertiaire? Les mouvements du sol, les érosions et les failles ont pu établir les relations anormales de certains pointements ophitiques avec les différents termes des terrains plus récents que le trias.

» Partout, sauf à Montgauch, les marnes irisées accompagnent les buttes d'ophite qui sont enclavées dans le crétacé ou avoisinent le tertiaire. Ces marnes, qui ne représentent pas le trias, d'après quelques géologues, et auraient été entraînées par l'ophite ou résulteraient de la transformation d'autres roches (hypothèses auxquelles l'observation des faits ne donne pas grande valeur), ressemblent absolument à celles dont l'âge n'est pas contesté. Leurs nuances sont variées, elles renferment les cristaux de quartz bipyramidés et enfin leur stratification est évidente. Si elles étaient venues avec les ophites, nous aurions des masses confuses dont une portion quelconque présenterait toutes les couleurs. Enfin, presque sur tous les points où l'on rencontre la roche éruptive, les marnes irisées l'isolent des terrains jurassiques, crétacés ou tertiaires. Là où il n'en est pas ainsi, l'existence de failles suffit pour expliquer le contact.

» On peut conclure de ce qui précède que les ophites de l'Ariège sont contemporaines du trias, aucun fait précis n'établissant qu'elles soient plus anciennes. Il est à supposer que de nouvelles observations montreront

qu'il en est de même dans toutes les Pyrénées et en Espagne. Dans les Alpes, les roches de même nature occupent une place non contestée au sommet du trias et cet argument n'est pas sans valeur, ainsi que M. de Lapparent l'a fait justement remarquer [1].

» Les lherzolites sont plus récentes que les ophites. Elles se trouvent dans des calcaires dolomitiques, qui doivent être rapportés au jurassique et où il est facile d'observer trois niveaux de ce terrain : à la base, une brèche qui représente le lias inférieur, à la partie moyenne des assises schisteuses et calcaires fossilifères, et, au sommet, une brèche et des calcaires blancs. Les couches schisteuses du lias moyen sont dures, luisantes, avec veines cristallines et filons de quartz, ainsi que nous l'avons observé, en compagnie de M. Lacroix, au col de Saleix, où nous aurions cru avoir affaire à des roches primaires, si nous n'avions pas découvert dans ces assises les fossiles caractéristiques du lias moyen. Les bancs inférieurs de la série qui les surmonte sont formés par une brèche dont les éléments ont été empruntés à la lherzolite. Au-dessus, il y a un mélange de fragments de cette roche et de calcaire blanc, et enfin celui-ci domine et finit même par constituer exclusivement la brèche; à la partie supérieure, on ne voit plus que des bancs de calcaire. Il se passe donc ici ce que nous avons déjà signalé pour l'ophite, et l'on peut supposer que la lherzolite, venue après le dépôt du lias moyen, a fourni ses premiers éléments au jurassique supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur le Creux de Souci* (*Puy-de-Dôme*). Note de M. **Paul Gautier**, présentée par M. Fouqué.

« La Communication de MM. Martel, Delebecque et Gaupillat [2] a de nouveau appelé l'attention sur l'abîme naturel, appelé *Creux de Souci*, qui traverse la coulée de lave du volcan de Montchalme, au sud du lac Pavin. D'autre part, les travaux exécutés sous les ordres de M. Berthoule, maire de Besse, permettent un accès relativement facile dans le gouffre.

» Le 15 novembre 1892, nous sommes descendus, avec MM. Berthoule et Bruyant, sur l'île qu'on aperçoit de l'orifice de la voûte de ce gouffre.

---

(1) De Lapparent, *Traité de Géologie*, p. 1154; Savy.

(2) E.-A. Martel, A. Delebecque et G. Gaupillat, *Sur le gouffre du Creux de Souci* (*Puy-de-Dôme*) (*Comptes rendus*, 4 juillet 1892).

Nous n'avons éprouvé aucun symptôme d'asphyxie et nos bougies ont conservé toute l'intensité de leur flamme, même à la surface de l'eau. Il n'y avait donc plus aucune trace d'acide carbonique.

» Ce qui a particulièrement fixé notre attention, c'est la structure intérieure du gouffre.

» A l'aide d'un bateau improvisé, nous avons pu parcourir le lac souterrain et une exploration, en suivant le cordon d'éboulis laviques qui borde son rivage, nous a permis de relever, sur la paroi de la caverne la coupe suivante :

	Coupole de la voûte...	Lave de la coulée de Montchalme.
8 à 10^m	Ligne de repos........	Lave scoriacée mélangée de blocs d'argile cuite.
	»	Argiles sableuses cuites et remaniées.
	»	Argiles sableuses non altérées, disposées en lits parallèles inclinés N.-S.
	»	Mélanges de scories basaltiques et d'argile.
	»	Conglomérat de blocs de basalte ancien (et d'andésite ?).
		Surface de l'eau.
	Eau................	Profondeur maxima : $9^m,55$.

» Ces argiles, très sableuses, sont rubéfiées à la partie supérieure sur une épaisseur de 1^m environ, au contact de la lave. Elles contiennent de nombreux débris arénacés de granite et gneiss, ainsi que des fragments anguleux de plus forte dimension de ces mêmes roches, d'andésite et de basalte ancien. Cette dernière roche est surtout abondante vers la base de la falaise S.-O. Le conglomérat étant placé au niveau de l'eau, il nous a été impossible de nous rendre compte de la nature des dépôts qui le supportent; mais il annonce, par le volume de ses éléments, la proximité du basalte des plateaux sur lequel s'est épanchée la coulée de Montchalme. Il serait donc le résultat du remaniement par les eaux d'une coulée ancienne (le basalte des plateaux), et constitue une zone formée d'éléments incohérents, très perméable.

» La grotte n'est donc pas uniquement pratiquée dans la lave ; elle est constituée par un bassin profond (19^m à 20^m) creusé dans des argiles stratifiées reposant sur le basalte ancien (β^1 de la feuille de Brioude) ou sur le gneiss qui le supporte. La lave forme, il est vrai, la partie supérieure du gouffre, mais, d'après le volume et la nature des éboulis qui recouvrent les argiles du pourtour et encombrent le fond du lac, il est évident que la concavité de la coupole n'est due qu'à la chute des fragments de lave, après l'enlèvement des argiles sur lesquelles cette lave reposait primitivement.

» Les sondages pratiqués dans le lac indiquent que, du côté du nord,

la profondeur est de $1^m,50$ sur une largeur de 4^m au maximum, tandis que, du côté diamétralement opposé, le talus de l'île s'enfonce graduellement à une profondeur maximum de $9^m,55$, l'île étant à 25^m de la paroi. Il existe donc de ce côté une espèce d'entonnoir qui s'enfonce dans les couches argileuses et les conglomérats basaltiques que nous avons décrits.

» Pour nous, les argiles enfermées dans le Creux de Souci occupent le fond d'une vallée qui descend vers Compains, vallée creusée dans le basalte (β^2), ainsi qu'en témoignent les conglomérats basaltiques inférieurs, et remplie par les débris triturés des andésites et gneiss du plateau voisin.

» Ces argiles furent recouvertes par la coulée du Montchalme qui s'épancha dans cette vallée, et les eaux qui descendent sous cette coulée ont en ce point lavé les argiles pour se perdre ensuite, par quelque fissure, à travers les éboulis des basaltes anciens sous-jacents.

» Il s'est produit ainsi sous la lave un espace vide et, comme dans les nombreuses grottes creusées sous les laves du pays, la coulée qui surmontait cet espace s'est lentement éboulée par fragments volumineux qui ont couvert le fond du lac et son rivage. Enfin, une perforation s'est constituée par amincissement graduel sur un point de la voûte et les matériaux meubles provenant de la Cheire ont glissé par ce trou et ont constitué l'île actuelle, correspondant exactement à cet orifice. L'examen de la face inférieure de la lave qui forme le dôme, et surtout le contact des parties latérales avec les argiles cuites, ne laissent aucun doute sur la formation du dôme par dislocation progressive de cette partie de la coulée. Quant au rapport du fond du lac avec une couche perméable, il est rendu obligatoire par ce fait que nous n'avons pu trouver (et les observateurs qui nous ont précédé ont pu faire la même remarque) aucune trace de courant à la surface du lac et aucune indication d'un déversoir. En outre, les conditions particulières dans lesquelles on trouve ce lac ne permettent pas d'invoquer l'influence de l'évaporation pour expliquer la déperdition de l'eau.

» Comme il est facile de constater qu'à la limite des laves et des argiles s'échappent des filets d'eau, et que, par les lithoclases de la voûte, tombe constamment une pluie de gouttes ou de ruisselets suivant la saison, il faut admettre un apport très variable d'eau dans le lac. On ne peut expliquer le maintien du niveau dans des limites données qu'en supposant un point par lequel se fait lentement la sortie du liquide. L'observation montre que les niveaux successifs du lac indiqués sur la paroi varient, suivant la saison, d'environ $2^m,50$; ce qui nous oblige à placer dans les conglomérats basal-

tiques du fond le lieu où se fait l'épuisement graduel des eaux apportées au lac.

» Le Creux de Souci s'est donc formé par l'action lente et graduelle des eaux qui occupent la face inférieure de toutes nos coulées laviques, et le point de départ du creusement est sans doute une de ces fissures si fréquemment observées dans les terrains recouverts par les laves. Peut-être aussi doit-on voir là un des moyens d'alimentation des sources de Compains et même du lac de Montcyneire, placé à près de 100^m en contre-bas de la partie la plus profonde du Creux de Souci. Le relevé des cotes ci-dessous et la direction d'inclinaison des couches d'argile semblent appuyer cette manière de voir :

Altitude du rebord de l'entonnoir extérieur (Martel)	1275
» du niveau de l'eau du lac (Martel)	1242
» du fond du lac	1242 — 9,55 = 1232,45
» du niveau moyen du basalte des plateaux voisins	1231
» du lac Pavin, placé au nord du Creux de Souci	1197
» du lac Montcyneire, placé au sud	1174
Direction de l'inclinaison des couches d'argile à l'intérieur de Souci	N.S.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Léon Lalanne*, présente la liste suivante :

En première ligne . . . . M. **Laussedat**.

En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique* . . . .
- M. **Brouardel**.
- M. **Adolphe Carnot**.
- M. **Ch. Lauth**.
- M. **de Romilly**.
- M. **Rouché**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 novembre 1892.

Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, par H. Poincaré, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Tome II : *Méthodes de MM. Newcomb, Gyldén, Lindstedt et Bohlin*, 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série. Tome XVI, octobre 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-8°.

Résumé des travaux de M. Manen, Ingénieur hydrographe en chef de la Marine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 br. in-8°.

Traité de navigation précise pratique mise à la hauteur des besoins de la navigation rapide, par M. Aved de Magnac, capitaine de vaisseau. 1er volume : *Navigation estimée*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Flore de la Polynésie française, par E. Drake del Castillo. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Illustrationes floræ insularum maris Pacifici, auctore E. Drake del Castillo; fasciculus septimus et ultimus. Parisiis, venit apud G. Masson, 1892; atlas gr. in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1892. Paris, Imprimerie nationale, 1892; in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Carl Wilhem Scheele. *Efterlemnade bref och anteckningar*, ut gifna af A. E. Nordenskiöld. Stockholm, 1892; 1 vol. in-4°.

Physiologie. Travaux du laboratoire de Charles Richet, professeur à la Faculté de Médecine de Paris. Tome I : *Système nerveux; Chaleur animale*. Paris, F. Alcan, 1893; 1 vol. in-8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXI (année 1891). Melun, 1891; 1 vol. in-8°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapport général*, par Alfred Picard, Inspec-

teur général des Ponts et Chaussées, Président de section au Conseil d'État. *Pièces annexes, Actes officiels, Tableaux statistiques et financiers.* Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada pour l'année 1891. Tome IX. Montréal, Dawson frères; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 novembre 1892.)

Note de M. *Stanislas Meunier :* Sur une expérience qui paraît procurer une imitation artificielle de la gémination des canaux de Mars :

Page 902, ligne 10, *au lieu de* lumineuse, *lisez* nébuleuse.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 DÉCEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur une opinion qui s'est fait jour au sein de l'Association britannique, au sujet des taches du Soleil;* par M. **H. Faye**.

« Dans la dernière réunion de l'Association britannique, à Édimbourg, l'éminent professeur Schuster s'est exprimé ainsi (¹) :

» 1° Une grande masse en rotation constitue-t-elle toujours un aimant?

» 2° Se trouve-t-il dans l'espace interplanétaire assez de matière pour le rendre conducteur?

» 3° Qu'est-ce qu'une tache solaire? On pense, en général, que ce phénomène est de la nature d'un cyclone; mais, si tel est le cas, le groupe entier doit avoir un mou-

(¹) Voir la *Revue générale des Sciences pures et appliquées* du 30 octobre 1892, p. 695.

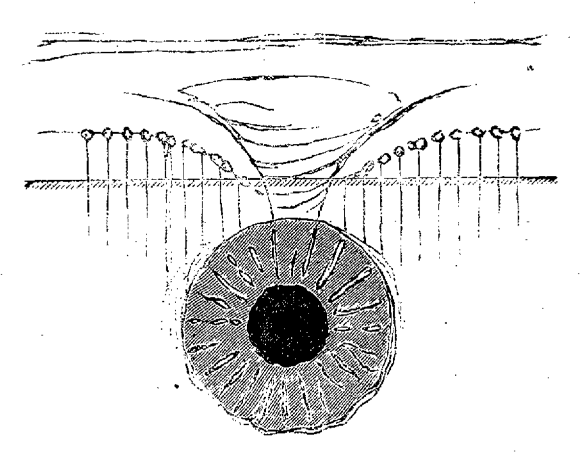
vement de rotation, et il semble que l'étude du mouvement des taches déciderait de cette opinion.

» 4° Si une tache n'est pas due à un cyclone, ne pourrait-on penser qu'une décharge électrique, accélérant l'évaporation, produise un abaissement de température suffisant pour rendre compte de cette diminution d'éclat?

» 5° La périodicité des taches solaires et la concordance avec la variation du magnétisme terrestre ne peut-elle pas être due à l'accroissement de conductibilité de l'espace entourant le Soleil?

» Il est certain que la pénombre ne participe pas, le plus souvent, au mouvement cyclonique qui constitue une tache. A peine si trois ou quatre taches sur cent offrent une trace de giration dans la pénombre, et encore pour un assez court espace de temps; mais on n'en saurait conclure que les gaz enfermés dans le noyau ne tournent pas, car la pénombre est un phénomène purement extérieur à la tache; il ne peut être qu'exceptionnellement affecté par la giration.

» La figure ci-jointe montre comment la pénombre se produit autour d'un cyclone. Le tourbillon pénètre verticalement à travers les couches



inférieures de la photosphère en déterminant tout autour de lui un abaissement de température considérable. Dès lors, les filets ascendants de vapeurs, qui forment la photosphère par la condensation d'une foule de petits nuages lumineux, forment ces nuages à une élévation moindre tout autour de la tache et y produisent ainsi des grains de lumière légèrement étirés dans le sens des génératrices de cette surface conique refroidie. La masse gazeuse froide à travers laquelle nous contemplons la pénombre en affaiblit considérablement l'éclat; celle-ci paraît grisâtre par rapport aux régions ambiantes de l'éclatante photosphère.

» Ainsi la pénombre se trouve à un niveau inférieur et enveloppe le cône du tourbillon tout en restant à distance. Elle ne participe donc pas, en général, à son mouvement de rotation.

» Les trombes et les tornados présentent justement un phénomène analogue dans l'enveloppe nébuleuse qui les entoure d'ordinaire jusqu'au sol. L'air tourbillonnant, amené des hauteurs dans les couches basses, est extrêmement froid, malgré le petit réchauffement produit par sa descente. Il contient naturellement des vésicules d'eau à température très basse, provenant des nuages où il prend sa source. Cette trombe produit donc un abaissement de température tout autour d'elle, et cet abaissement peut aller le plus souvent bien au delà du point de rosée des couches d'air plus ou moins humides qu'elle traverse verticalement. Elle s'entoure d'une gaine nuageuse qui ne participe pas à la rotation furieuse de l'intérieur. De là l'opinion qui régnait il y a une cinquantaine d'années (Espy et Bache), que les tornados ne tournaient pas. Quand une trombe descend vers le sol ou vers la surface des eaux, rien au dehors n'indique cette rotation : elle ne se manifeste que là où la trombe atteint en descendant l'eau ou le sol.

» Je reconnais qu'il n'est pas facile de rendre compte des aspects multiples que présente une grande tache qui est en train de se décomposer. Cependant on y remarque toujours une tendance des diverses parties à reformer des mouvements giratoires complets, c'est-à-dire circulaires, ce qui est bien le propre des tourbillons. D'ailleurs, les mouvements de giration sur la Terre nous présentent encore des phénomènes analogues quand on assiste à la formation de dix, quinze ou vingt girations partielles dans le même entonnoir, qui paraissent un moment et disparaissent avec la même facilité, en sorte que, si le spectateur pouvait s'élever au-dessus de la région où a lieu le phénomène, il assisterait sans doute à quelque chose d'aussi compliqué qu'une tache du Soleil qui se décompose, ou, au contraire, qui va se former aux dépens des girations partielles. Il ne faut pas oublier, en effet, que nous ne voyons les taches du Soleil qu'en plan, tandis que nous ne voyons leurs analogues sur la Terre, c'est-à-dire les tornados ou les cyclones, qu'en élévation. C'est ce que j'ai tâché de reproduire dans la figure ci-jointe qui donne la projection d'une tache sur les deux plans à la fois.

» Quant au second point qu'a touché M. Schuster, c'est-à-dire l'explication qu'il hasarde des taches pour le cas où celle que j'ai proposée depuis longtemps serait en désaccord avec certains faits, je me bornerai à dire que

j'ai considéré les taches comme un phénomène purement mécanique, où l'électricité peut jouer, sans doute, un rôle quelconque encore totalement ignoré, mais non un rôle déterminant, quant à la forme et à la fonction. Les taches durent parfois des mois entiers; il est donc difficile, rien que pour ce motif, de les attribuer à des décharges électriques qui se produiraient à la même place, pendant tout ce temps, dans un milieu essentiellement mobile et parcouru verticalement par des vapeurs qui vont se condenser sur toute la surface de l'astre.

» Voilà ce que j'avais à dire relativement à l'opinion hasardée par M. Schuster sur les taches. Quant aux premier et dernier points qu'il a touchés, on peut accorder que des mouvements violents de giration qui s'opèrent à une si grande échelle sur le Soleil doivent y provoquer des actions capables de se faire sentir très faiblement sur le magnétisme de notre globe, mais cela ne saurait modifier nos idées sur l'origine purement mécanique des taches ou des pores, et des protubérances qui en dérivent, ainsi que sur la périodicité qui s'y révèle. »

CHIMIE. — *Étude chimique de la fumée d'opium;* par M. **Henri Moissan.**

« Les ravages exercés par la funeste habitude de fumer l'opium s'étendent à une grande partie de l'Orient, et, depuis quelques années, à un nombre important de villes des États-Unis. Bien des travaux ont été publiés sur ce sujet. En 1856, Réveil, dans ses *Recherches sur l'opium* ([1]), entreprit le premier l'étude chimique de la fumée d'opium. Seulement, ses expériences fort curieuses ont été faites à des températures non mesurées, et certainement beaucoup trop élevées. De plus, les essais de Réveil ont porté sur l'opium de France ou sur des opiums très riches, contenant 13,20 pour 100 de morphine, et non pas sur l'opium des fumeurs. On sait que les Chinois ne fument pas l'opium tel qu'il est récolté, mais qu'ils lui font subir une préparation très délicate ([2]) et très longue ([3]), parfaite-

---

([1]) Réveil, *Recherches sur l'opium*. Thèse de doctorat en médecine, 1856.

([2]) Lalande, *Opium des fumeurs* (*Archives de Médecine navale*, t. LIV, p. 33; 1890).

([3]) A. Calmette, *Le ferment de l'opium des fumeurs* (*Archives de Médecine navale*, t. LVII, p. 132; 1892). M. le Dr Calmette, à la suite d'études entreprises au laboratoire de Microbiologie de Saïgon, est arrivé à ne faire durer qu'un mois la fermentation de l'opium, qui, avant ses recherches, exigeait dix à douze mois.

ment décrite par M. Lalande. Cet opium, connu sous le nom de *chandôo*, ne renferme plus qu'une quantité de morphine inférieure à celle qu'il contenait avant sa préparation.

» Comme le faisait remarquer Réveil, « cet opium est très rare en Eu-» rope, et il est très difficile de s'en procurer ». Possédant, grâce à l'obligeance de MM. Gréhant et Martin, trois échantillons de ce chandôo, le premier venant de Saïgon, le deuxième de Patna et le troisième de Shanghaï, j'ai cru devoir reprendre l'étude chimique de la fumée d'opium. Je tenais à déterminer, au moyen de ce véritable opium des fumeurs, si l'action particulière qu'il exerçait sur l'homme était due à la morphine ou aux produits de sa décomposition pyrogénée.

» L'étude de la fumée du tabac a démontré que l'action particulière exercée par ce corps n'était pas due seulement à la nicotine, mais encore à l'acide cyanhydrique, à l'oxyde de carbone et à une collidine qui se produit pendant la combustion lente du tabac à fumer [1]. Les travaux de MM. Cahours et Étard ont démontré depuis longtemps cette formation de la collidine, de la pyridine et de la picoline par décomposition pyrogénée de la nicotine [2].

» Il ne faut pas oublier que l'opium se fume d'une façon toute différente de celle du tabac. Les nombreux voyageurs qui ont fumé ou qui ont vu fumer l'opium en Orient [3] nous donnent à ce sujet les renseignements suivants :

» Le fumeur se couche sur une natte et place auprès de lui une petite lampe à huile dont la flamme est maintenue bien verticale par un globe de verre. Le fumeur prend alors à l'extrémité d'une longue épingle pointue une petite quantité d'extrait d'opium ou chandôo (environ $0^{gr},25$). Il sèche d'abord avec soin au-dessus de la flamme et à l'extrémité de son aiguille cette petite quantité d'opium, qui se boursoufle, se déshydrate tout en conservant une belle couleur ambrée. Il fait adhérer cette masse encore molle et chaude au foyer de sa pipe, la traverse à l'aide de sa longue épingle puis la laisse refroidir. La pipe est alors prête à être fumée ; en s'allongeant sur le côté, le fumeur place l'ouverture de la pipe à un ou deux centi-

---

(1) Dr Gustave Le Bon, *La fumée du tabac*. 2e édition, 1880.

(2) Cahours et Étard, *Note sur de nouveaux dérivés de la nicotine* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 275).

(3) Dr Ernest Martin, *Les abus de l'opium* (*Revue scientifique*, t. L, p. 75 ; 16 juillet 1892).

mètres au-dessus de la flamme et il fait ensuite pénétrer un assez grand volume d'air chaud au travers du foyer, par une aspiration longue et profonde. En une fois ou deux fois au plus la pipe est fumée.

» On dessèche à nouveau une nouvelle proportion de chandôo et cette opération est renouvelée trente, quarante fois ou plus, suivant les habitudes plus ou moins invétérées du fumeur.

» La fumée produite dans ces conditions est légèrement bleutée, d'une saveur douce et d'une odeur très agréable.

» Nous avons commencé par prendre la température de la combustion de l'opium. Lorsque l'on sèche le chandôo, la température prise avec un thermomètre à mercure ne dépasse pas 240°. Au moyen d'une pince thermo-électrique, nous avons pu aussi déterminer la température dans le foyer de la pipe à opium, au moment où la fumée se produit. Cette température est de 250° quand on a soin de fumer dans de bonnes conditions et sans faire brûler l'opium. Possédant ces mesures, nous avons pu alors installer un appareil dans lequel il a été possible de mettre une quantité de chandôo suffisante pour obtenir en une fois des résultats pouvant être soumis à l'analyse chimique.

» Le chandôo était versé dans une petite cornue tubulée et maintenu dans un bain de nitrates alcalins à une température que l'on pouvait régler avec facilité. Un tube de verre coudé, passant dans la tubulure, permettait l'arrivée de l'air. A la suite de cette cornue, deux longues éprouvettes remplies de fragments de porcelaine, mouillés d'eau distillée, servaient à recueillir les liquides condensés par simple refroidissement. Deux flacons laveurs à acide chlorhydrique étaient placés ensuite. Enfin, une trompe et un flacon de quatre litres, muni d'un robinet de verre, permettaient de faire des aspirations successives.

» Dans ces conditions, lorsque la température atteint 250°, on voit cette fumée bleutée, dont nous avons parlé précédemment, se produire en abondance et remplir tout l'appareil, malgré les différentes couches de liquide qu'elle doit traverser. La température restant constante, la quantité de fumée produite dans ces conditions n'est pas très grande, et l'on remarque nettement que, lorsqu'elle ne se forme plus, il faut élever la température de 25° à 30° pour en produire une nouvelle quantité. Dès la température de 300°, l'odeur de la fumée change; elle devient moins agréable, et la fumée prend en même temps une couleur un peu plus blanche et un aspect plus lourd. Lorsque cette nouvelle portion de fumée s'est dégagée, il faut continuer à élever la température pour en produire

une certaine quantité. On peut ainsi fractionner l'opération par 25° jusqu'à la température de 400° à 425°.

» En ayant soin de recueillir les liquides et de laver l'appareil à l'eau distillée, à chaque fractionnement, on n'a plus qu'à faire l'analyse chimique de ces différentes solutions pour se rendre compte des produits qui se forment entre 250° et 425°.

» Lorsque la température n'est que de 350°, la quantité de matière entraînée par la fumée est excessivement faible; elle est formée d'une petite quantité de parfums volatils et d'un peu de morphine. Cette morphine, nous l'avons caractérisée d'une façon très nette et c'est bien à elle que sont dus, dans ce cas particulier, les phénomènes recherchés par les fumeurs d'opium.

» Mais il ne faut pas oublier que, en Chine comme dans l'Inde, le nombre des personnes dont la fortune est suffisante pour fumer directement le chandôo est assez restreint. Ces fumeurs ont soin le plus souvent de s'arrêter à la période d'excitation que peut fournir cette petite quantité de morphine mise directement au contact de la muqueuse des poumons; ils peuvent atteindre un âge très avancé, conservant leur habitude de fumer ce chandôo de première qualité et ne paraissant pas s'en trouver plus mal que la plupart des fumeurs de tabac lorsqu'ils n'abusent pas de la pipe ou du cigare.

» Les résidus qui restent dans la pipe chinoise et tout ce qui s'est condensé à l'intérieur de cette dernière est recueilli avec soin et revendu sous le nom de *dross*. (D'après M. Lalande, ce dross se vendait, en 1890, environ 120^{fr} le kilogramme).

» Cette deuxième portion ne distille qu'à une température beaucoup plus élevée, et si l'on étudie alors les corps qui se produisent, on remarque que les composés toxiques apparaissent avec rapidité. Le même fait se présente, si l'on examine les corps qui se forment entre 300° et 350° dans la distillation d'un opium de qualité médiocre ou des nombreux opiums falsifiés que l'on rencontre en Chine.

» En opérant sur 40^{gr} de chandôo, à une température comprise entre 250° et 325°, on a recueilli un liquide ambré, qui nous a donné des réactions caractéristiques.

» Ce liquide a été additionné d'acide chlorhydrique, puis porté à l'ébullition, et il s'est formé un dépôt rouge de pyrrol (matières du groupe du pyrrol résinifiées par l'acide chlorhydrique). On distille ensuite la moitié du liquide et, dans la partie distillée, on constate la présence de

l'acétone par la réaction de l'iodoforme. Les eaux acides qui restent dans la cornue ne contiennent plus que les bases sous forme de chlorhydrates; elles sont filtrées, puis sursaturées par la potasse et enfin distillées. Le liquide condensé, très ammoniacal, renferme tous les alcaloïdes volatils. Il présente nettement l'odeur des bases pyridiques, mais ce sont surtout les bases hydropyridiques qui semblent dominer. Il est facile de les mettre en évidence en les traitant par une solution d'azotate d'argent en présence d'un mélange d'ammoniaque et de potasse. La réduction est abondante et le tube de verre dans lequel se fait la réaction est parfaitement argenté. Du reste, le liquide recueilli précipite l'eau de brome en jaune et fournit avec facilité les réactions générales des alcaloïdes.

» Il se produit donc, dans cette distillation du pyrrol, de l'acétone, des bases pyridiques et hydropyridiques.

» Dans la première distillation à 250°, il passe des parfums et de la morphine, vraisemblablement entraînée par la vapeur d'eau; puis, la température nécessaire à une nouvelle décomposition s'élevant, il se produit, vers 300°, une fumée moins odoriférante, plus âcre, entraînant toujours une petite quantité de morphine, mais chargée de bases hydropyridiques plus ou moins toxiques.

» En résumé, il nous semble que l'on doit considérer chez le fumeur d'opium deux cas bien différents :

» 1° Celui où l'on ne fume que du chandôo de très bonne qualité et où la fumée n'apporte aux poumons qu'une très petite quantité de morphine et de parfums agréables;

» 2° Celui où l'on fume du dross ou de l'opium falsifié dont la décomposition ne se fait qu'à une température de 300°, avec production de composés toxiques tels que : pyrrol, acétone et bases hydropyridiques.

» Nous pouvons comparer cette double action à l'alcoolisme produit dans un cas par l'ingestion répétée d'une petite quantité d'alcool de bonne qualité, et, dans l'autre, à l'état misérable dans lequel succombe l'homme adonné à l'absinthe. »

M. **Arm. Gautier** présente, à propos de la Communication de M. Moissan, les remarques suivantes :

« Il est intéressant de rapprocher l'étude de la fumée de tabac de celle de la fumée d'opium. Il y a quelques années j'ai été conduit à examiner, en collaboration avec M. le Dr Le Bon, les produits du fumage du tabac :

si nous n'avons pas publié nos résultats, c'est qu'en présence de la diversité des alcaloïdes obtenus, j'ai voulu examiner le tabac lui-même, et savoir si quelques-uns de ces alcaloïdes de la fumée ne préexisteraient pas dans la feuille; en un mot, quelle était leur origine. Je publierai bientôt les résultats de ces longues recherches.

» Comme pour l'opium, le tabac, fumé à la pipe ou sous forme de cigares, laisse distiller dans la zone rapprochée de la partie brûlante ses produits les plus volatils, en même temps que, dans cette zone, dont la température varie graduellement de 100° à 400° et au-dessus, suivant les points, se produisent des réactions pyrogénées qui donnent naissance à de nouveaux alcaloïdes. Il ne faudrait pas penser que ceux-ci sont détruits par la chaleur, car lorsque le feu atteint une partie du tabac, celui-ci a déjà laissé distiller tout ce qu'il contient de volatil, et les réactions qui ont donné lieu aux nouveaux alcaloïdes se sont produites. De fait, dans les jus de l'énorme pipe installée pour ces expériences, nous n'avons presque pas trouvé de goudrons. Les jus étaient, *pour la majeure partie, formés de corps basiques*.

» Parmi ceux-ci, nous avons distingué, mélangées à beaucoup de nicotine, une base $C^{11}H^{16}Az^2$, homologue supérieur de la nicotine, que je me suis assuré préexister dans le tabac en feuilles; une lutidine C^7H^9Az; une dihydropicoline C^6H^9Az; une base C^6H^9AzO répondant à la formule d'un hydrate de picoline, et quelques autres bases moins volatiles.

» Les plus odorantes sont les bases hydropyridiques, ce sont aussi les plus vénéneuses. Elles le sont à un degré plus grand que la nicotine ellemême.

» Je pense que beaucoup de ces alcaloïdes résultent de la destruction, à une température relativement basse, d'acides carbopyridiques et carbohydropyridiques, ou d'acides analogues, existant dans la feuille du tabac. C'est cette étude que je poursuis à cette heure, et c'est désireux de présenter un travail d'ensemble à l'Académie, que je n'ai pas encore publié des résultats qui, sur bien des points, sont aujourd'hui complets. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la notation stéréochimique; réponse à la deuxième Note de M. Colson* ([1]); par M. C. **Friedel**.

« Je regrette que M. Colson m'oblige à revenir sur les observations que j'ai présentées au sujet de sa première Note.

» Dans la dernière, il cite M. van t'Hoff et dit que, d'après lui, les schémas qui représentent des corps ayant un pouvoir rotatoire égal et opposé sont :

Figure 1.			Figure 2.		
	R_2			R_3	
R_1		R_3	R_1		R_2
—	—	—	—	—	—
R'_1		R'_3	R'_1		R'_2
	R'_2			R'_3	

» Ces deux schémas ne sont pas ceux de M. van t'Hoff, qui donne, au lieu de ceux-ci, à la page citée (*Dix ans dans l'histoire d'une théorie*, p. 53), les deux schémas

Figure 3.			Figure 4.		
	R_2			R_3	
R_1		R_3	R_1		R_2
—	—	—	—	—	—
R		R	R		R
	R			R	

comme représentant des corps ayant des pouvoirs rotatoires égaux et opposés.

» M. Colson y a substitué les deux *fig.* 1 et 2 qui n'ont en aucune façon le même sens et qui représentent non pas les deux acides tartriques droit et gauche, mais bien tous deux l'acide tartrique inactif. Ils sont, en effet, identiques entre eux et il suffit de retourner la *fig.* 2 de manière à amener en haut les points R'_1, R'_2, R'_3, et de se rappeler que les triangles formés par ces points sont équilatéraux, pour voir que les deux figures

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 948.

sont superposables. Elles ont, d'ailleurs, manifestement un plan de symétrie et cela suffit pour montrer qu'elles s'appliquent à un corps inactif.

» La confusion me paraît provenir de l'emploi de la notation abrégée

$$(b_1) \qquad C(R_1R_2R_3)C(R_1R_2R_3),$$
$$(b_2) \qquad C(R_1R_3R_2)C(R_1R_3R_2),$$

introduite par M. van t'Hoff, que M. Colson a inexactement traduite par les *fig.* 1 et 2, alors qu'elle devrait l'être par les *fig.* 5 et 6 :

Fig. 5.

$$\begin{array}{ccc} & R_2 & \\ R_1 & & R_3 \\ \hline R_1 & & R_2 \\ & R_3 & \end{array}$$

Fig. 6.

$$\begin{array}{ccc} & R_3 & \\ R_1 & & R_2 \\ \hline R_1 & & R_3 \\ & R_2 & \end{array}$$

qui représentent les acides tartriques actifs droit et gauche.

» Ces figures, d'ailleurs, sont elles-mêmes moins claires et prêtent plus facilement à la confusion que celles construites avec le tétraèdre symbolique.

» En ce qui concerne les sels de diamine et tous les composés dans lesquels on peut admettre l'existence d'une chaîne fermée, je dois faire remarquer que M. Guye a fait, dans son Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 226), des réserves expresses sur l'application de ses idées « aux composés à plusieurs atomes de carbone asymétriques et aux dérivés en chaîne fermée. M. Colson n'a donc pas le droit de s'en servir pour combattre les idées de M. Guye. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *Léon Chrétien-Lalanne*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Brouardel obtient	23	suffrages.
M. Laussedat	22	»
M. Ad. Carnot	10	»
M. Lauth	5	»
M. Rouché	2	»

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue, il est procédé à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant 64,

M. Brouardel obtient	28	suffrages.
M. Laussedat	26	»
M. Ad. Carnot.	8	»
M. Lauth	1	»

Il y a un bulletin blanc.

Aucun candidat n'ayant encore obtenu la majorité absolue, il est procédé à un scrutin de ballotage.

Le nombre des votants étant encore 64,

M. Brouardel obtient	33	suffrages.
M. Laussedat	31	»

M. **Brouardel**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Calcul des poutres continues : méthode satisfaisant aux nouvelles prescriptions du Règlement ministériel du* 29 *août* 1891. Mémoire de M. **Bertrand de Fontviolant**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au concours de Mécanique, fondation Montyon, pour 1893.)

« Tandis que la Circulaire du 29 juillet 1877 autorisait à prendre, pour base des calculs relatifs à la résistance des ponts métalliques, des surcharges uniformément réparties dont elle fixait la valeur, le Règlement ministériel du 29 août 1891 impose l'obligation de considérer le passage sur le pont d'un train de surcharge déterminée, dit *train-type*.

» Dans l'étude d'un pont métallique, l'ingénieur est donc maintenant astreint à traiter la question connue sous la dénomination classique de *problème des charges mobiles* y compris la recherche des flèches.

» En ce qui concerne les ponts en poutres droites à travées indépendantes, ce problème a fait l'objet de nombreux travaux publiés en France

et à l'étranger; il en a été donné, principalement par M. Maurice Lévy [1], plusieurs solutions, remarquables par leur élégante simplicité et s'appliquant aussi bien à la détermination des moments fléchissants qu'à celle des efforts tranchants.

» Mais il n'en est pas de même pour les ponts en poutres continues. Ce genre de constructions étant très fréquemment employé en France, il y a un intérêt évident à rechercher, en ce qui le concerne, une solution aussi simple et aussi complète que possible de la question des charges mobiles. Tel est l'objet du Mémoire dont voici l'analyse sommaire.

» Nous y exposons une méthode graphique expéditive pour construire les *lignes d'influence* des diverses quantités nécessaires à connaître, soit dans l'étude d'un projet de pont, soit dans la vérification des conditions de résistance d'un pont existant, savoir : *moments fléchissants, efforts tranchants, réactions des appuis et flèches élastiques*. Cette méthode est le développement de divers théorèmes que nous avons établis dans un précédent travail [2]. L'un de ses caractères principaux est de ramener constamment la détermination des lignes d'influence à un problème unique, qu'il s'agisse des moments fléchissants, des efforts tranchants, des réactions des appuis ou bien même des flèches élastiques. Ce problème, d'ailleurs élémentaire, consiste, étant donnés dans un plan deux points A et B et un système de forces parallèles continues dont les intensités sont fonction linéaire de l'abscisse de leurs points d'application, à tracer une courbe funiculaire de ces forces, passant par ces deux points et de distance polaire égale au tiers de la projection de AB sur une direction perpendiculaire à ces mêmes forces. La construction que nous donnons de cette courbe, par points et tangentes, est presque aussi simple que celle d'une parabole du second degré à laquelle elle se réduit, du reste, dans un cas particulier.

» La considération des lignes d'influence nous a conduit à deux méthodes pour la détermination des valeurs maximums que peuvent prendre, au passage du train-type, le moment fléchissant, l'effort tranchant et la flèche élastique en un point quelconque du pont, ainsi que les réactions des appuis.

» La première, tout à fait élémentaire et qui se présente d'ailleurs immédiatement à l'esprit, exige que l'on trace la ligne d'influence afférente à la quantité dont on cherche le maximum.

» La seconde, moins élémentaire, mais plus expéditive, met à profit les

---

(1) *Statique graphique*, Ière Partie.
(2) *Comptes rendus*, séance du 7 janvier 1889.

propriétés analytiques spéciales aux lignes d'influence dans les poutres continues. Elle n'exige plus, comme la première, que l'on trace la ligne d'influence : un seul point de cette ligne et la tangente correspondante suffisent pour chacune des positions que l'on est conduit à attribuer au train. Cette seconde méthode fait connaître les conditions générales analytiques caractérisant les positions du train correspondant aux maximums dont il s'agit. Elle repose sur de nouvelles formules établies dans notre Mémoire, exprimant le moment fléchissant, l'effort tranchant, la flèche élastique en un point quelconque et la réaction sur un appui, ainsi que les dérivées correspondantes par rapport à l'abscisse variable du centre de gravité du train mobile. Les quantités entrant dans ces expressions sont de deux espèces distinctes seulement :

» Les unes, que nous avons appelées *constantes du train-type*, ne dépendent que du diagramme de ce train, c'est-à-dire des poids par roue et des écartements des essieux. Ce sont, entre autres, les moments d'inertie principaux et les moments du troisième ordre des divers groupes de charges que l'on peut former en composant le train d'un plus ou moins grand nombre de véhicules. Nous avons construit un Tableau et une Table numériques donnant les valeurs de ces constantes; on n'aura qu'à s'y reporter dans les applications.

» Les autres ne dépendent que de la ligne d'influence. Ce sont l'ordonnée du point de cette ligne situé sur la verticale du centre de gravité du train, ainsi que les dérivées première, seconde et troisième de cette ordonnée par rapport à l'abscisse correspondante. Ces quantités sont immédiatement connues dès que, par notre méthode, on a construit le point en question de la ligne d'influence.

» Ces quelques indications suffisent à faire comprendre que le calcul numérique de ces nouvelles formules est des plus faciles.

» Pour certaines sections remarquables de la poutre, les conditions analytiques caractérisant le maximum du moment fléchissant deviennent extrêmement simples et permettent alors de trouver la position du train correspondant à ce maximum, sans même construire aucun point de la ligne d'influence. Il en est de même des conditions similaires relatives aux efforts tranchants, aux flèches et aux réactions des appuis.

» Nous avons traduit la plupart de ces conditions sous forme de théorèmes plus expressifs que les formules algébriques. Voici, à titre d'exemples, deux de ces théorèmes :

» 1° *Le moment fléchissant maximum positif au foyer de droite* F_k *d'une travée quelconque* l_k *se produit lorsque le train charge exclusivement cette*

travée, la tête dudit train faisant face à droite, et à l'instant où une certaine roue P_j *franchit ce foyer. De plus, à cet instant, suivant que* P_j *est immédiatement à gauche ou immédiatement à droite de* F_k, *le rapport de la somme des charges situées à droite de* F_k *au poids total du train est plus petit ou plus grand que le carré du rapport du rayon de giration du train autour de l'appui de gauche* A_{k-1} *à la longueur constante* $\delta + \sqrt{\frac{l_k^3}{3 v_k}}$, v_k *désignant la distance de* F_k *à l'appui de droite* A_k.

» 2° *Dans toutes les sections comprises entre les foyers d'une travée* l_k *quelconque, le moment fléchissant négatif, maximum en valeur absolue, a lieu lorsque le train charge exclusivement soit la travée* l_{k-1}, *soit celle* l_{k+1}, *la tête dudit train faisant face, dans l'un et l'autre cas, à la travée* l_k. *Dans le premier cas, le carré du rayon de giration du train autour du foyer de gauche* F'_{k-1} *de la travée* l_{k-1} *est égal à l'excès du tiers du carré de la longueur de cette travée sur le produit des distances de ce foyer* F'_{k-1} *aux appuis de cette même travée. Dans le second cas, la même condition a lieu relativement au foyer de droite* F_{k+1} *de la travée* l_{k+1}.

» Notre Mémoire contient enfin l'exposé d'une méthode abrégée pour la construction des lignes enveloppes des moments fléchissants ; cette méthode n'est pas entièrement rigoureuse, mais, à notre avis, l'approximation qu'elle comporte est bien suffisante pour les besoins de la pratique. »

M. **E. Jaggy** adresse une Note faisant suite à son Mémoire sur la théorie des fonctions.

(Commissaires : MM. Picard, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. **A. Germain**, M. **P. Hatt** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *Jurien de la Gravière*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de Wolf, faites au grand télescope de l'observatoire de Toulouse;* par MM. **E. Cosserat** et **F. Rossard**. Transmises par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.	Obs.
			m s	′ ″		
Janv. 2.....	*a* 885 BD — 14°	7,8	−2.16,91	+2.35,7	12: 8	C
2.....	*a* Id.	7,8	−2.16,57	+2.46,4	12:10	R
23.....	*b* 880 BD — 11	7,5	+0. 4,24	+7.19,9	10: 6	C
27.....	*c* 927 BD — 10	9	+1.16,92	+7.35,3	12:10	C
Févr. 1.....	*d* 925 BD — 9	9	+1.14,76	−3. 4,7	12: 8	C
1.....	*d* Id	9	+1.16,66	−2.41,8	8:8	R
24.....	*e* 1102 BD — 5	9	+0.28,30	+2.11,6	12:10	C
24.....	*f* 1044 BD — 6	9	−1.15,85	+3.53,9	12:10	C
26.....	*g* 1130 BD — 5	7	−1.31,42	+5.45,4	12: 8	C
26.....	*h* 1132 BD — 5	9	−1.51,62	+1.55,4	12: 8	C
27.....	*i* 1125 BD — 5	9	+0.15,55	−1.46,1	10:10	C
Mars 18.....	*j* 1250 BD — 2	7	+1. 5,49	−4.14,1	12:10	C
18.....	*k* 1251 BD — 2	8	+0.52,85	+5.16,8	12: 8	C
19.....	*j* 1250 BD — 2	7	+2.28,87	+3.14,8	12: 8	C

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 2.....	*a*	4.16.50,98	+0,45	−14. 8.16,2	−2,4	2 observ. mérid. Toulouse
23.....	*b*	4.22.41,36	+0,28	−11.21.59,0	−4,2	2 observ. mérid. Toulouse
27.....	*c*	4.24.13,86	+0,24	−10.42.55,6	−4,4	471 W_1, H. 4
Fév. 1.....	*d*	4.28. 9,97	+0,19	− 9.41.46,2	−4,4	560 W_1, H. 4
24.....	*e*	4.52.20,26	−0,05	− 5.55. 0,2	−3,9	5697 Paris
24.....	*f*	4.54. 6,24	−0,04	− 5.56.35,0	−3,9	1144 W_1, H. 4
26.....	*g*	4.56.42,40	−0,06	− 5.39.28,4	−3,8	1226 W_1, H. 4
26.....	*h*	4.57. 4,02	−0,06	− 5.35.33,4	−3,8	1234 W_1, H. 4
27.....	*i*	4.56.10,16	−0,08	− 5.22. 7,6	−3,8	1614 Schjellerup
Mars 18.....	*j*	5.21.33,23	−0,30	− 2.27.14,2	−2,6	$\frac{1}{2}$(468 W_1, H. 5 + 6278 Paris)
18.....	*k*	5.21.46,96	−0,30	− 2.36.45,3	−2,7	475 W_1, H. 5
19.....	*j*	5.21.33,23	−0,32	− 2.27.14,2	−2,6	$\frac{1}{2}$(468 W_1, H. 5 + 6278 Paris)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Janv. 2........	9.13.36	4.14.34,52	$\bar{2}$,393$_n$	−14°.5′.42″,9	0,873
2........	9.54. 0	4.14.34,86	$\bar{2}$,719	−14. 5.32,2	0,871
23........	9.58.57	4.22.46,38	$\bar{1}$,293	−11.14.43,3	0,849
27........	9.31.18	4.25.31,02	$\bar{1}$,232	−10.35.24,7	0,849
Fév. 1........	9.36.52	4.29.24,92	$\bar{1}$,314	− 9.44.55,3	0,842
1........	10.17.20	4.29.26,82	$\bar{1}$,434	− 9.44.32,4	0,835
24........	9. 4.21	4.52.48,51	$\bar{1}$,414	− 5.52.52,5	0,817
24........	9.36.17	4.52.50,35	$\bar{1}$,484	− 5.52.45,0	0,813
26........	8.50.32	4.55.10,92	$\bar{1}$,392	− 5.33.46,8	0,816
26........	9.14.58	4.55.12,34	$\bar{1}$,277	− 5.33.41,8	0,813
27........	9.34.51	4.56.25,63	$\bar{1}$,495	− 5.25.57,5	0,810
Mars 18........	9.10.33	5.22.38,42	$\bar{1}$,539	− 2.31.30,9	0,798
18........	9.31. 6	5.22.39,51	$\bar{1}$,565	− 2.31.31,2	0,793
19........	8.59.53	5.24. 1,78	$\bar{1}$,537	− 2.24. 2,0	0,795

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Holmes faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé)*, par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète—Étoile. Æ.	Comète—Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Obser.
			m s			
Nov. 16....	*a* Paris 0^h, n° 1020	8,0	−0.33.82	− 0′. 2″,8	14:16	S
16....	*a* Paris 0^h, n° 1020	8,0	−0.34.98	− 0. 6,5	19:12	R
18....	*b* BB, t. VI, n° 131	9,3	+2. 5.35	− 7.22,3	14:10	S
18....	*b* BB, t. VI, n° 131	9,3	+2. 5.02	− 7.31,6	15:10	R
19....	*a* Paris 0^h, n° 1020	8,0	−1.16.37	−19.35,4	14: 8	S
22....	*c* W_2, n° 1029	9,0	+0.13.13	− 4.11,1	20:12	S
22....	*c* W_2, n° 1029	9,0	+0.13.68	− 4.21,1	20:12	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s			
Nov. 16....	*a* 0.43.38,26	+2,92	+37°.36′.57″,5	+26″,7	Paris 0^h, n° 1020
18....	*b* 0.40.29,01	+2,88	+37.31.47,7	+26,9	BB, t. VI, n° 131
19....	*a* 0.43.38,26	+2,89	+37.36.57,5	+27,0	Paris 0^h, n° 1020
22....	*c* 0.41.47,65	+2,85	+37. 2.28,3	+27,3	W_2, n° 1029

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen d'Alger.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 16....	6.34.30	0.43. 7,36	$\bar{1},545_n$	+37.37.21,4	$\bar{1},824$
16....	7.11.13	0.43. 6,20	$\bar{1},429_n$	+37.37.17,7	$\bar{1},483$
18....	6. 5.34	0.42.37,24	$\bar{1},593_n$	+37.24.52,3	$\bar{1},971$
18....	6.41.19	0.42.36,91	$\bar{1},501_n$	+37.24.43,0	$\bar{1},728$
19....	8.41.55	0.42.24,78	$\bar{3},920_n$	+37.17.49,1	$\bar{1},024_n$
22....	8.41.49	0.42. 3,63	$\bar{2},360_n$	+36.58.44,5	$\bar{2},727_n$
22....	9. 6.22	0.42. 4,18	$\bar{2},936$	+36.58.34,5	$\bar{2},018_n$.

» *Novembre* 12. — La comète se présente sous la forme d'une nébulosité avec noyau central diffus et allongé dans l'angle de position 122°,0. Mais la partie N.-O. de la nébulosité est d'un éclat bien supérieur à celui de la partie S.-E. Il en résulte que la nébulosité, qui paraît assez ronde lorsqu'on l'examine avec un grossissement faible, change notablement de forme et semble s'échancrer dans la partie S.-E. lorsqu'on augmente le grossissement.

» *Novembre* 18 *et* 25. — On distingue nettement une queue dans la direction de l'allongement du noyau, et cette direction est alors par 119°,0 le 18, par 106°,0 le 25. A cette dernière date, M. Renaux a photographié la comète en $1^h 30^m$ de pose avec d'assez grandes difficultés résultant de la hauteur de l'astre et du faible éclat du noyau. La queue se voit très bien sur cette photographie, mais la nébulosité ne paraît s'étendre qu'à une très petite distance du noyau dans la partie N.-O. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (*découverte le* 20 *novembre* 1892), *faites à l'observatoire de Marseille* (*équatorial de* $0^m 26$ *d'ouverture*). Note de M. **Esmiol**, communiquée par M. Tisserand.

Dates.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	R app.	log. f. p.	D app.	log. f. p.	★
1892.	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 24.	17.45.16	−3.19,6	+ 8. 7,3	3:3	13.3.14,6	$-\bar{1},502$	74.51.33	−0,671	1
Nov. 24.	17. 6.53	+4. 0,18	−11.45,0	5:5	13.4.39,39	$-\bar{1},562$	74.33.18,1	−0,685	2

Positions des étoiles de comparaison.

✶	Æ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Pos. moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorité.
1.....	13ʰ6ᵐ33ˢ,0	+1ˢ,2	74°43′10″,0	+15″,5	2552 Arg. Z. +15°
2.....	13.0.37,93	+1,28	74.34.47,3	+15,8	1156 W_2. H. XII

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (découverte le 21 novembre 1892), faites à l'observatoire de Marseille (équatorial de* 0ᵐ,26 *d'ouverture)*; par M. **Fabry**, présentées par M. Lœwy.

Date.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	ΔP.	Nombre de comp.	Æ app.	Log. fact. parall.	P. app.	Log. fact. parall.	
1892 Nov. 29.	16ʰ43ᵐ46ˢ	−1ᵐ15ˢ,61	+3′1″,5	5:4	13ʰ11ᵐ1ˢ,76	$\bar{1},580_n$	72°11′46″,7	$0,671_n$	1
» 30.	16.41.49	−2.15,06	−5.21,3	5:5	13.12.45,77	$\bar{1},582_n$	71.34.49,0	$0,666_n$	2

Positions des étoiles de comparaison.

✶	Gr.	Æ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	P. moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1	8	13ʰ12ᵐ16ˢ,05	+1ˢ,32	72°8′27″,7	+17″,5	189 Weisse, 13ʰ
2	7	13.14.59,50	+1,33	71.39.52,4	+17,9	248 Weisse, 13

» La comète a l'aspect d'une nébulosité de 1′ environ de diamètre, diffuse sur les bords, plus brillante au centre, mais sans noyau bien défini; son éclat est comparable à celui d'une étoile de 11ᵉ grandeur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes infinis de transformations.* Note de M. **A. Tresse**, présentée par M. Picard.

« Dans la plupart de ses travaux sur la théorie des groupes, M. Lie considère seulement les groupes de transformations qui jouissent de la propriété suivante : si les équations

$$x'_i = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

définissent la transformation la plus générale du groupe, les x', fonctions

des x, sont solutions d'un système d'équations aux dérivées partielles

$$(1) \qquad W_k\left(x_i,\ x'_j,\ \frac{\partial x'_\mu}{\partial x_\nu},\ \frac{\partial^2 x'_\mu}{\partial x_\nu \partial x_\rho},\ \ldots\right) = 0.$$

» La seule étude de ce système d'équations permet d'obtenir d'importantes propriétés des groupes.

» Supposons, par exemple, les équations (1) d'ordre s, toute équation du même ordre ou d'ordre inférieur que l'on peut en déduire par des dérivations étant une conséquence de ces équations (1). Si l'on effectue sur les x un changement de variables indépendantes, défini par une transformation T du groupe, le système (1) se transforme en un système équivalent

$$(1') \qquad V_k\left(y_i,\ x'_j,\ \frac{\partial x'_\mu}{\partial y_\nu},\ \ldots\right) = 0.$$

» Par suite, on pourra disposer de la solution générale de (1'), de façon que les x', exprimés en fonctions des x, donnent la transformation T, ce qui exige

$$x'_i = y_i,$$

d'où la *transformation identique*.

» Puis on pourra avoir

$$x'_i = x_i,$$

d'où la *transformation inverse de* T.

» Cette remarque m'a été communiquée par M. Engel, et la proposition avait déjà été obtenue par M. Lie (*Leipziger Berichte*, p. 319; 1891) par une méthode moins directe.

» On peut aller plus loin. Considérons le système (1) comme définissant un certain nombre de x' et de leurs dérivées en fonction des autres qui sont alors les arbitraires de la transformation. Supposons cette dernière effectuée sur une multiplicité définie par p fonctions $z_1, z_2, \ldots, z_p$ de r variables indépendantes $y_1, \ldots, y_r$; et soit la multiplicité transformée définie par p fonctions $z'_1, \ldots, z'_p$ de r variables $y'_1, \ldots, y'_r$.

» Joignons aux équations (1) les relations qui définissent les dérivées des z' par rapport aux y', en fonction des dérivées des z par rapport aux y, et de celles des x' par rapport aux x

$$(2) \qquad \frac{\partial z'}{\partial y'} = \varphi\left(y,\ z,\ \frac{\partial z}{\partial y},\ \ldots,\ \frac{\partial x'}{\partial x},\ \ldots\right).$$

» L'élimination des $\frac{\partial x'}{\partial x}$ entre les équations (1) et (2) donnera certaines relations de la forme

$$U\left(y, z, \frac{\partial z}{\partial y}, \ldots, y', z', \frac{\partial z'}{\partial y'}, \ldots\right) = 0 \tag{3}$$

et donnera toutes les relations de cette forme.

» Les équations (3) se présentent en outre sous une forme remarquable. Résolvons-les par rapport à un certain nombre de y, z, $\frac{\partial z}{\partial y}$, …, ce qui est possible, si la multiplicité y, z est la multiplicité la plus générale de sa nature, si, par conséquent, elle ne satisfait pas à une certaine relation invariante par rapport au groupe. Soit donc

$$\left(y, z, \frac{\partial z}{\partial y}, \ldots\right) = \psi\left[y_1, z_1, \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_1, \ldots, y', z', \frac{\partial z'}{\partial y'}, \ldots\right],$$

où les y_1, z_1, $\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_1$, … sont celles des quantités y, z, $\frac{\partial z}{\partial y}$, … qui figurent au second membre de ces équations. Si, alors, on considère simultanément deux multiplicités quelconques y, z et y', z', puis une multiplicité y'', z'' déduite de y', z' par une transformation du groupe, les deux systèmes d'équations

$$\left(y, z, \frac{\partial z}{\partial y}, \ldots\right) = \psi\left[y_1, z_1, \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_1, \ldots, y', z', \frac{\partial z'}{\partial y'}, \ldots\right]$$

et

$$\left(y, z, \frac{\partial z}{\partial y}, \ldots\right) = \psi\left[y_1, z_1, \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_1, \ldots, y'', z'', \frac{\partial z''}{\partial y''}, \ldots\right]$$

sont équivalents. Les ψ sont donc identiques dans ces deux systèmes, de sorte que si ψ_0 sont leurs valeurs quand on y remplace y_1, z_1, $\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_1$, … par des constantes arbitraires, on a

$$\psi_0\left(y', z', \frac{\partial z}{\partial y'}, \ldots\right) = \psi_0\left(y'', z'', \frac{\partial z''}{\partial y''}, \ldots\right). \tag{3'}$$

» *Les ψ_0 sont donc des invariants différentiels relatifs au groupe de transformations proposé*, et les équations (3) ont la forme (3') où l'on aurait supprimé les doubles indices.

» Ceci appliqué aux équations (1) montre qu'elles ont la forme [1]

$$V_k\left(x'_j, \frac{\partial x'_\mu}{\partial x_\nu}, \cdots\right) = \alpha_k(x_i),$$

et l'on arrive à ce résultat important :

» Supposons le groupe défini d'une manière quelconque, *la connaissance des invariants* V *permet, quelle que soit la nature de la multiplicité sur laquelle on effectue les transformations du groupe, d'obtenir, par de simples différentiations et éliminations, les invariants de la multiplicité ainsi transformée.*

» L'étude d'un pareil système d'invariants différentiels se rattache à celle d'un système d'équations aux dérivées partielles. J'ai trouvé que, étant donné un tel système d'équations auxquelles satisfait une multiplicité dépendant de constantes ou fonctions arbitraires, il existe un ordre limite tel que toutes les équations d'ordre supérieur auxquelles satisfait la multiplicité se déduisent des équations de cet ordre limite ou d'ordre inférieur par de simples différentiations.

» Il en résulte que, pour un système d'invariants différentiels considéré plus haut, *il existe un ordre limite tel que tous les invariants d'ordre supérieur se déduisent des invariants de cet ordre ou d'ordre inférieur en formant le quotient de deux déterminants fonctionnels.*

» Les invariants de cet ordre limite et d'ordre inférieur donnent les *conditions nécessaires et suffisantes pour que deux multiplicités données puissent se ramener l'une à l'autre par une transformation du groupe :* ceci ne souffrirait d'exception que dans le cas où l'une d'elles satisferait, seule, à une équation invariante particulière par rapport aux transformations du groupe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'analyse indéterminée, qui se rattache à l'étude des fonctions hyperfuchsiennes provenant des séries hypergéométriques à deux variables.* Note de M. **Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« Si l'on considère l'intégrale

$$\int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-x)^{\mu-1}(u-y)^{\lambda-1}\,du,$$

[1] Sophus Lie, *Die Grundlagen für die Theorie der unendlichen continuirlichen Transformationsgruppen* (*Leipziger Berichte*, 91).

où g et h désignent deux des quantités 0, 1, x, y, ∞, on sait qu'elle satisfait à un système (S) de trois équations linéaires aux dérivées partielles, ayant trois solutions communes linéairement indépendantes [*voir* le Mémoire de M. Picard, *Sur les séries hypergéométriques de deux variables* (*Annales de l'École Normale*, 1881)]. M. Picard s'est proposé de trouver à quelles conditions l'inversion des quotients de trois intégrales linéairement indépendantes du système (S) conduit à des fonctions uniformes de deux variables indépendantes. Il est arrivé à la conclusion suivante : si l'on prend deux quelconques des quatre nombres λ, μ, b_1, b_2, par exemple λ et b_1, la somme $\lambda + b_1 - 1$ est l'inverse d'un nombre entier; de même, en prenant trois quelconques des mêmes quantités, pour fixer les idées, λ, b_1 et b_2, la différence $2 - \lambda - b_1 - b_2$ est encore égale à l'inverse d'un nombre entier [*Mémoire sur les fonctions hyperfuchsiennes provenant des séries hypergéométriques à deux variables* (*Annales de l'École Normale*, 1885)].

» Je me suis proposé de résoudre le problème suivant : Trouver tous les systèmes de quatre nombres, a, b, c, d, tels que les dix nombres

$$\begin{gathered} a+b-1, \quad a+c-1, \quad a+d-1, \quad b+c-1, \quad b+d-1, \\ c+d-1, \quad 2-b-c-d, \quad 2-c-d-a, \quad 2-d-a-b, \quad 2-a-b-c \end{gathered}$$

soient les inverses des nombres entiers. J'ai ramené ce problème à la résolution en nombres entiers du système d'équations simultanées qui suit :

$$\begin{aligned} &\frac{2}{x}+\frac{2}{y}-\frac{1}{z}-\frac{1}{t}+\frac{3}{u}=1, \\ &\frac{2}{x}+\frac{2}{z}-\frac{1}{t}-\frac{1}{y}+\frac{3}{v}=1, \\ &\frac{2}{x}+\frac{2}{t}-\frac{1}{y}-\frac{1}{z}+\frac{3}{w}=1, \\ &\frac{2}{y}+\frac{2}{z}-\frac{1}{t}-\frac{1}{x}+\frac{3}{p}=1, \\ &\frac{2}{z}+\frac{2}{t}-\frac{1}{y}-\frac{1}{x}+\frac{3}{q}=1, \\ &\frac{2}{t}+\frac{2}{y}-\frac{1}{z}-\frac{1}{x}+\frac{3}{r}=1. \end{aligned}$$

» Il serait trop long d'indiquer ici comment j'ai pu trouver toutes les solutions de ce système d'équations. Je me borne à donner les valeurs

de a, b, c, d qui y correspondent.

$$a=b=c=d=1,\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{3}{4},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{5}{9},\ \tfrac{7}{12},\ \tfrac{3}{5},\ \tfrac{2}{3},\ \tfrac{5}{8},$$

$$\begin{array}{ll}
a=b=c=\tfrac{1}{2}, & d=\tfrac{3}{2},\ 0,\ \tfrac{3}{4},\ \tfrac{2}{3},\ 1,\ \tfrac{5}{6},\\
a=b=c=\tfrac{1}{3}, & d=\tfrac{1}{2},\ \tfrac{5}{3},\ 1,\ \tfrac{7}{6},\ \tfrac{5}{6},\\
a=b=c=\tfrac{5}{9}, & d=\tfrac{7}{18},\ \tfrac{17}{18},\ \tfrac{7}{9},\\
a=b=c=\tfrac{3}{4}, & d=0,\ \tfrac{1}{6},\ \tfrac{1}{4},\ \tfrac{7}{12},\ \tfrac{3}{10},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{3}{8},\ \tfrac{5}{12},\ \tfrac{9}{20},\ \tfrac{1}{2},\\
a=b=c=\tfrac{5}{8}, & d=\tfrac{1}{4},\ \tfrac{5}{12},\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{7}{8},\ \tfrac{17}{24},\\
a=b=c=\tfrac{3}{5}, & d=\tfrac{3}{10},\ \tfrac{7}{15},\ \tfrac{9}{10},\ \tfrac{11}{15},\\
a=b=c=\tfrac{7}{12}, & d=\tfrac{1}{3},\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{2}{3},\ \tfrac{11}{12},\ \tfrac{3}{4},\\
a=b=c=\tfrac{2}{3}, & d=\tfrac{1}{6},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{5}{12},\ \tfrac{5}{6},\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{7}{12},\\
a=b=c=1, & d=\dfrac{1}{n}\ (n \text{ étant un nombre entier arbitraire}),
\end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
a=b=1, & c=d=\tfrac{1}{4},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{1}{2},\ 0,\\
a=b=\tfrac{3}{4}, & c=d=\tfrac{3}{8},\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{7}{12},\\
a=b=\tfrac{2}{3}, & c=d=\tfrac{5}{12},\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{7}{12},
\end{array}$$

$$a=b=1\ \left\{\begin{array}{l|c|c}
c=0 & \tfrac{1}{3} & \dfrac{1}{n}\ (n \text{ étant un entier arbitraire}),\\
d=\tfrac{1}{2} & \tfrac{1}{6} & -\dfrac{1}{n},
\end{array}\right.$$

$$a=b=\tfrac{1}{4}\ \left\{\begin{array}{l|}
c=1\\
d=\tfrac{1}{2}
\end{array}\right.$$

$$a=b=\tfrac{1}{2}\ \left\{\begin{array}{l|c|c|}
c=1 & \tfrac{3}{2} & \tfrac{5}{6}\\
d=0 & 0 & \tfrac{2}{3}
\end{array}\right.$$

$$a=b=\tfrac{3}{4}\ \left\{\begin{array}{l|c|c|c|c|c|c|c}
c=\tfrac{7}{12} & \tfrac{9}{20} & \tfrac{5}{12} & \tfrac{1}{2} & \tfrac{7}{12} & \tfrac{1}{2} & \tfrac{7}{12} & \tfrac{7}{12},\\
d=\tfrac{1}{6} & \tfrac{3}{10} & \tfrac{1}{3} & \tfrac{1}{4} & \tfrac{1}{3} & \tfrac{5}{12} & \tfrac{5}{12} & \tfrac{1}{2},
\end{array}\right.$$

$$a=b=\tfrac{2}{3}\ \left\{\begin{array}{l|c|c|c|c|c|c|c}
c=\tfrac{1}{2} & \tfrac{5}{6} & 0 & \tfrac{5}{6} & \tfrac{7}{12} & \tfrac{5}{6} & \tfrac{7}{12} & \tfrac{5}{6},\\
d=\tfrac{1}{3} & \tfrac{1}{6} & \tfrac{1}{6} & \tfrac{1}{3} & \tfrac{5}{12} & \tfrac{5}{12} & \tfrac{1}{2} & \tfrac{1}{2},
\end{array}\right.$$

$$a=b=\tfrac{1}{3}\ \left\{\begin{array}{l}
c=\tfrac{5}{6},\\
d=\tfrac{7}{6},
\end{array}\right.$$

$$a=b=\tfrac{7}{12}\left\{\begin{array}{l|c|c|c}
c=\tfrac{3}{4} & \tfrac{11}{12} & \tfrac{1}{2} & \tfrac{3}{4},\\
d=\tfrac{1}{3} & \tfrac{1}{3} & \tfrac{2}{3} & \tfrac{1}{2},
\end{array}\right.$$

$$a = b = \tfrac{5}{8} \begin{cases} d = \tfrac{1}{4} & \left| \tfrac{17}{24}, \right. \\ c = \tfrac{7}{8} & \left| \tfrac{5}{12}, \right. \end{cases}$$

$$a = b = \tfrac{3}{5} \begin{cases} d = \tfrac{9}{10}, \\ c = \tfrac{3}{10}, \end{cases}$$

$$a = b = \tfrac{5}{12} \begin{cases} c = \tfrac{5}{6}, \\ d = \tfrac{2}{3}, \end{cases}$$

$$a = b = \tfrac{5}{9} \begin{cases} c = \tfrac{17}{18}, \\ d = \tfrac{5}{18}, \end{cases}$$

$$a = 1, \quad b = \tfrac{1}{2}, \quad c = \tfrac{1}{3}, \quad d = \tfrac{1}{6},$$
$$a = \tfrac{1}{2}, \quad b = \tfrac{3}{4}, \quad c = \tfrac{5}{12}, \quad d = \tfrac{7}{12}.$$

» Ce Tableau renferme toutes les solutions du problème proposé. Plusieurs d'entre elles avaient déjà été indiquées par MM. Picard et Goursat. »

CHIMIE. — *Sur la fusion du carbonate de chaux.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« La Communication de M. Joannis sur la fusion du carbonate de chaux m'engage à publier dès maintenant quelques résultats des recherches que je continue sur le même sujet et dont je ne pensais entretenir l'Académie qu'après leur complet achèvement.

» Dans ma première Communication, j'ai montré que, en chauffant à la température de 1050°, sous des pressions dépassant un millier de kilogrammes par centimètre carré, du carbonate de chaux *précipité chimiquement*, on obtient un calcaire compact cristallisé, présentant tous les caractères de certains marbres blancs naturels. La démarcation absolument nette et tranchée des régions les plus chaudes de la masse, qui ont été transformées, et des parties les moins chaudes qui ne l'ont pas été, indique nettement l'intervention d'un phénomène brusque comme l'est la fusion.

» L'emploi de pressions considérables était, avec le dispositif expérimental adopté, indispensable pour éviter la formation de bulles d'acide carbonique autour de la spirale incandescente, qui chauffait le carbonate de chaux en contact immédiat avec elle à une température bien supérieure à la température moyenne de la masse. La formation de semblables

bulles, isolant la spirale et diminuant ainsi l'activité des échanges de chaleur, en amenait la fusion immédiate.

» Il était intéressant de répéter la même expérience sous des pressions moindres, dans les conditions mêmes où s'était placé J. Hall ([1]). On pouvait craindre que la cristallisation observée ne fût due en partie à l'emploi de pressions élevées. M. W. Spring a annoncé, en effet, avoir obtenu, par une simple compression à froid, la cristallisation de certains corps. Il est bien vrai qu'aucune observation précise n'est jamais venue confirmer cette affirmation, qui est en contradiction formelle avec les expériences bien antérieures de M. Fizeau, sur l'agglomération par pression de l'iodure d'argent. Quoi qu'il en soit, j'ai répété l'expérience de J. Hall, en employant un tube d'acier nickelé intérieurement, ce qui permet d'éviter à peu près complètement la réduction de l'acide carbonique par le métal.

» Du carbonate de chaux précipité chimiquement fut introduit dans le tube et tassé légèrement avec une baguette de verre; la densité apparente de la matière était de 0,8. Après chauffage du tube pendant une heure, à la température de 1020°, on a retiré une baguette agglomérée de carbonate de chaux, de dureté analogue à celle de la craie, mais qui était complètement *cristallisée*. L'agglomération avait été accompagnée d'un retrait considérable, qui avait élevé la densité apparente à 1,8, soit à plus du double de sa valeur initiale. Cette agglomération et cette contraction, rapprochées de la cristallisation, paraissent bien démontrer qu'il y a eu fusion, mais la fusion a été seulement pâteuse, puisque la matière a gardé la forme d'une baguette cylindrique et ne s'est pas moulée sur les parois du tube. Dans les expériences sous pression, la fusion était également restée pâteuse, car des fragments d'or noyés dans la masse n'étaient pas tombés à la partie inférieure de la partie fondue ([2]).

» Cette expérience montre donc que la fusion et la cristallisation du carbonate de chaux précipité peuvent être produites par l'action de la température seule, sans l'intervention d'une pression élevée; cette dernière n'intervient que pour augmenter la compacité et l'agglomération de la matière. C'est exactement la conclusion opposée à celle que M. Joannis a tiré de ses recherches : « ... il ne suffit pas de chauffer du carbonate de

---

([1]) La plupart des expériences de J. Hall ont été faites, comme on peut s'en rendre compte en se reportant au Mémoire original, sans l'intervention d'aucune pression extérieure. Les chiffres cités de 300^{kg} à 400^{kg} par centimètre carré doivent provenir d'une erreur du traducteur du *Journal de la Métherie* auquel M. Joannis s'est reporté.

([2]) C'est bien là le résultat auquel était arrivé J. Hall qui s'exprime ainsi : « La substance paraissait avoir été réduite à l'état d'une pâte de la même consistance que celle de la cire à cacheter ».

» chaux à la température indiquée par Hall, pour obtenir la fusion de ce
» corps sous sa seule tension de dissociation ».

» Il n'y a peut-être pas cependant de désaccord réel entre des expériences qui conduisent pourtant à des conclusions aussi contradictoires. Il m'a semblé, en effet, reconnaître que la fusion et la cristallisation étaient intimement liées à la rapidité de l'échauffement, et j'ai toujours procédé, ce que n'a sans doute pas fait M. Joannis, en introduisant brusquement mes tubes dans un fourneau préalablement chauffé à la température voulue.

» L'explication de ce fait, qui se présente la première à l'esprit et dont je poursuis la vérification, serait la suivante :

» On sait que, lorsqu'un corps peut exister sous plusieurs états allotropiques, chacun de ces états possède un point de fusion différent. Le soufre octaédrique fond à 113° et le soufre prismatique à 117°. Si l'on échauffe progressivement et lentement du soufre octaédrique, il se transforme à 95° en soufre prismatique et ne fond plus alors qu'à 117°. Si, au contraire, on échauffe brusquement le soufre octaédrique, il fondra à 113°, mais pourra, aussitôt fondu, se transformer en soufre prismatique solide. Si la fusion et la solidification se suivent d'assez près, ou aura dans l'ensemble de la masse une fusion pâteuse. Un fait analogue s'observe avec la silice; quand on chauffe trop brusquement les briques quartzeuses employées dans les fours à acier, on peut en provoquer la fusion, ce qui n'arrive plus avec un chauffage progressif. J'ai montré que, dans ces briques, le quartz se transformait à la longue en tridymite, variété de la silice moins fusible que le quartz. De même, un mélange de silice et d'alumine, chauffé brusquement, fond, puis se solidifie bientôt de nouveau par suite de la cristallisation de silimanite.

» Il ne serait pas impossible qu'il en fût de même pour le carbonate de chaux, dont il existerait un certain nombre de variétés allotropiques ayant des points de fusion différents.

» Je tiens à déclarer que mon attention avait spécialement été appelée sur ce point par M. Munier-Chalmas, qui m'avait signalé un certain nombre de faits d'ordre géologique, établissant une démarcation tranchée entre la nature chimique du carbonate de chaux de la craie et celle de la calcite. Je me propose, en suivant cet ordre d'idées, de passer en revue les différentes variétés de carbonate de chaux. J'ai déjà reconnu que la cristallisation de la craie s'effectue dans les mêmes conditions de température que celle du carbonate précipité chimiquement; la calcite, au contraire, n'éprouverait aucune transformation jusqu'à 1100°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarque sur une Note récente de M.* Barthe, *relative au dosage volumétrique des alcaloïdes;* par M. **P.-C. Plugge.**

« Dans une Note récente (*Comptes rendus,* séance du 10 octobre 1892), faisant application de la propriété *connue,* que les alcaloïdes d'origine végétale sont sans action sur la phtaléine du phénol et qu'ils bleuissent le tournesol rouge, M. Barthe a institué un procédé général d'analyse volumétrique des alcaloïdes.

» Sans oser aller aussi loin que M. Barthe, qui croit pouvoir affirmer que ce procédé peut être appliqué au dosage de tous les alcaloïdes cités par lui (*voyez* mes remarques sur la codéine, brucine et morphine) je ne puis que souscrire, d'une manière générale, à ce qu'il a communiqué sur cette méthode d'analyse volumétrique.

» Seulement, lorsque M. Barthe écrit : « en combinant cette observation » qui est faite, je crois, pour la première fois, etc. », je me permets de rappeler non seulement que ladite propriété des alcaloïdes, de ne pas réagir sur la phtaléine, est connue depuis quelques années déjà, mais encore qu'un procédé de dosage volumétrique s'appuyant sur l'usage combiné de la phtaléine et du tournesol a été institué par moi-même en 1886 [1].

» Je ne puis que constater, avec une vive satisfaction que les résultats obtenus par M. Barthe confirment la précision et l'utilité de mon procédé; mais on me permettra de réclamer la priorité en cette matière. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches physiologiques sur la fumée d'opium.* Note de MM. **N. Gréhant** et **Ern. Martin** [2], présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un premier travail, communiqué à la Société de Biologie, nous avons résumé les expériences faites avec l'extrait d'opium officinal et en-

---

(1) Ce procédé a été décrit, non seulement dans un Journal hollandais, mais aussi dans l'*Archiv der Pharmacie,* vol. CCXXV (1887), p. 45-59; des extraits de cette dernière Notice ont paru dans plusieurs autres journaux, notamment dans les *Ber. d. chem. Ges.,* 1887, p. 140; *Fresenius Zeitschrift für analyt. Chem.,* 1891, p. 104; *Journ. de Pharm. et de Chim.,* 1887; t. XV, p. 571; *Journ. of the Chemic. soc.,* 1887, p. 411, etc.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Rouget, au Muséum.

suite avec le chandôo, c'est-à-dire cet extrait ayant subi une préparation spéciale en vue de l'usage de la pipe à opium et que nous avions reçu de la manufacture de Saïgon.

» Nous avons imité le procédé des fumeurs, en nous servant de la pipe composée d'un fourneau percé d'un orifice et s'adaptant à un tube de bambou.

» Nous avons chargé de chandôo l'extrémité d'une aiguille; nous l'avons passée sur la flamme d'une petite lampe, afin de déshydrater l'opium; celui-ci s'est boursouflé, a acquis plus de consistance et a pu être fixé à l'orifice de la base du fourneau. A ce moment, nous avons appliqué sur la tête d'un chien une muselière à laquelle faisait suite un instrument à deux soupapes métalliques; l'une, servant à l'inspiration, communiquait avec le tuyau de la pipe, de sorte que l'animal, était forcé d'inhaler la fumée dégagée de la masse pilulaire de chandôo soumise à la flamme de la lampe et, en même temps, de l'air.

» Vingt-cinq doses ou vingt-cinq pipes, correspondant à environ 5^{gr} de chandôo, ont été consommées en une heure et quart; l'animal, une fois détaché, n'a rien manifesté d'anormal, au moins pour ce qui concerne les phénomènes objectifs.

» Ce résultat négatif nous a conduits à opérer sur de plus grandes quantités de chandôo :

» Nous nous sommes servis d'un creuset fermé par un couvercle métallique, muni de tubes à angles droits, et scellé au plâtre; nous y avons introduit tantôt 10^{gr} d'extrait d'opium officinal, tantôt même dose de chandôo. Une soupape hydraulique conduisait l'air inspiré à travers le creuset chauffé par un bec de Bunsen; cet air passait ensuite par un tube réfrigérant pour arriver dans les poumons de l'animal qui l'expirait à l'aide d'une autre soupape.

» Au bout d'une heure, la température de cet animal s'était abaissée de $\frac{6}{10}$ de degré; un échantillon d'air expiré en deux minutes avant l'expérience contenait $0^{gr},27$ de CO^2; un échantillon d'air expiré en deux minutes après l'expérience en contenait $0^{gr},37$.

» Cette différence tient à la destruction de l'opium par la chaleur : il se produit de l'acide carbonique qui est fixé par le sang et les tissus.

» La mesure de la pression sanguine, prise dans la carotide, avant et après l'expérience, au moyen du manomètre métallique de Gréhant, a fourni les mêmes courbes, d'où cette conclusion, que la fumée d'opium ne modifie pas l'énergie des contractions du cœur; la seule différence que nous ayons constatée, c'est que si l'on produit l'anesthésie avec un mélange d'alcool et de chloroforme (mélange au $\frac{1}{4}$ de M. Quinquaud), la période d'agitation du début est plus courte chez l'animal qui a été soumis à l'action de la fumée d'opium que chez celui qui reste à l'état normal.

» Cependant nous nous sommes demandés si le chandôo du creuset n'avait pas été porté à une température telle que les alcaloïdes qu'il renferme aient pu être détruits. Nous nous sommes alors adressés à M. Moissan, qui a bien voulu mesurer avec l'appareil thermo-électrique la température du chandôo au moment où le fumeur aspire la fumée; il a trouvé qu'elle est comprise entre 245° et 255°C. Nous avons donc substitué, au creuset, une cornue de verre, dans laquelle nous avons introduit 32gr de chandôo; nous l'avons immergée dans un bain de nitrate de soude fondu et nous l'avons soumise à une température allant de 292° à 307°C. Pour connaître la température intérieure, nous avons, vers la fin de l'expérience, plongé un thermomètre au milieu du résidu charbonneux du chandôo; il a accusé 210°. Nous étions donc sûrs d'avoir opéré dans des conditions semblables à celle du fumeur.

» Un chien de 5kg a respiré toute la fumée produite pendant une heure jusqu'à épuisement des 32gr de chandôo : sa température rectale ne s'est abaissée que de 0°,5. Une fois détaché, il a couru et regagné son chenil sans paraître avoir été influencé par l'expérience.

» De ces observations nous croyons pouvoir conclure qu'un mammifère carnassier qui, durant une heure, respire une quantité de fumée d'opium égale à celle qu'un fumeur consomme généralement en trois jours, ne présente aucun phénomène appréciable et nous démontrons ainsi, à l'aide de la fumée de chandôo employée comme réactif physiologique, qu'il existe une différence sensible entre le système nerveux central de l'homme et celui du chien.

» Dans le but de mieux mettre cet écart en évidence, l'un de nous, le Dr E. Martin, s'est soumis à l'action de l'opium en fumant successivement vingt pipes correspondant à 4gr de chandôo.

» L'expérience a duré une heure et a présenté les phénomènes suivants : après la quatrième pipe, céphalée frontale, laquelle se généralise après la sixième ; à la dixième, les vertiges surviennent et s'accusent surtout dans la marche ; ils ne prennent pas de caractère plus sérieux jusqu'à la vingtième pipe qui clôt l'expérience; une demi-heure après sa cessation, cette céphalée et ces vertiges commencent à décroître et après une heure ont disparu complètement. Avant et après l'expérience, on a pris les tracés de la respiration et du pouls radial : le tracé respiratoire de la fin donne une amplitude moindre; les battements du cœur sont un peu moins fréquents, leurs plateaux sont plus larges au sommet de chaque pulsation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la mesure de la perméabilité des sols et la détermination du nombre et de la surface des particules contenues dans* 1^{cc} *du sol.* Note de MM. **F. Houdaille** et **L. Semichon**, présentée par M. Mascart.

« La perméabilité d'un sol peut se définir par le nombre de centimètres cubes d'air écoulés par seconde au travers de 1^{cc} d'un sol sec tassé sous pression constante, lorsque l'air est maintenu, de part et d'autre de cette épaisseur, à une différence de pression constante de 1^{gr} par centimètre carré.

» L'appareil qui nous a servi pour cette détermination consiste essentiellement en un cylindre de bronze de 1^{cq} de section, dans lequel on dépose 2^{gr} du sol sec passé au tamis de 1^{mm}. Un piston plein, commandé par un levier, exerce sur le sol une pression de 100^{kg} par centimètre carré et des joints étanches permettent de faire circuler au travers du sol un courant d'air chassé sous pression constante, dont le débit est mesuré sous une cloche graduée où aboutit le tube de dégagement.

» L'examen de la constitution des sols montre qu'il existe deux équations distinctes qui lient entre eux les quatre termes suivants qui définissent leur structure, savoir : 1° la perméabilité; 2° la surface s occupée par la section des canaux capillaires sur 1^{cq} du sol; 3° le nombre n des orifices capillaires; 4° leur diamètre moyen d. Si l'on désigne par q le volume en millimètres cubes de gaz écoulé par seconde au travers d'une épaisseur l en millimètres du sol, lorsque ce gaz est chassé sous une pression de h millimètres de mercure, on obtient les deux équations suivantes

$$(1) \qquad q = \frac{knhd^4}{l};$$

q est le débit, d'après la loi de Poiseuille, exprimé en millimètres cubes.

$$(2) \qquad s = n\pi\frac{d^2}{4};$$

s est la somme des sections des canaux capillaires exprimée en millimètres carrés.

» On déduit de ces deux équations

$$n = \frac{kh16s^2}{ql\pi^2} \qquad \text{et} \qquad d = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{ql\pi}{khs}}.$$

» Le coefficient k, introduit dans l'expression de n et de d, représente un coefficient de dépense que nous avons déterminé de trois manières différentes en mesurant le débit q : 1° dans un tube capillaire de longueur et de diamètre connus; 2° au travers d'une colonne de grains de plomb de diamètre déterminé; 3° au travers d'une épaisseur de sable à grains réguliers dont on avait évalué le diamètre moyen. On trouve, par ces trois méthodes, des valeurs différentes de k, mais celles déterminées pour le plomb et le sable sont assez voisines. Nous avons adopté pour k la valeur déduite des canaux capillaires du sable qui présentent le plus d'analogie avec ceux des divers sols que nous avons étudiés.

» De la connaissance de n et de d on déduit la valeur de la surface S des parois des canaux capillaires supposés cylindriques; on a

$$S = n\pi dh \qquad \text{et pour } 1^{cc} \qquad S' = n\pi d 10.$$

Cette surface intérieure des canaux capillaires représente également, en supposant les particules sphériques et ne se touchant que par des points, la surface extérieure des particules du sol.

» Enfin, pour déterminer le nombre N des particules pour 1^{cc}, on a, en désignant par v la fraction du volume de 1^{cc} occupée par les canaux capillaires ou interstices du sol, les deux équations

$$1 - v = N\frac{4}{3}\pi r^3 \qquad \text{et} \qquad S = N 4\pi r^2.$$

» On déduit de ces deux équations

$$N = \frac{S^3}{36\pi(1 - v)^2}.$$

» Nous avons obtenu, par l'application de cette méthode, les résultats consignés dans le Tableau suivant :

	Sable de Palavas.	Terre de marne sableuse.	Terre argileuse.
Perméabilité par minute..	$37^{cc},5$	$2^{cc},35$	$0^{cc},18$
n......................	9700	136477	37987211
d......................	$0^{mm},069$	$0^{mm},0178$	$0^{mm},0013$
S pour 1^{cc}..............	213^{cq}	771^{cq}	13590^{cq}
S pour 1^{gr}..............	136^{cq}	461^{cq}	7550^{cq}
N pour 1^{cc}..............	214747	9337612	58917635000
N pour 1^{gr}..............	186781	5625067	33667200000

» M. Whitney [1], professeur à l'Université de Maryland, dans un récent travail sur la constitution des sols des États-Unis, obtient, par une méthode essentiellement distincte, basée sur le triage par lévigation et la mensuration directe des particules, des résultats analogues. Nous relevons, pour un sol argileux, dans le Mémoire de M. Whitney, les valeurs suivantes de S, par gramme : $S = 5574^{cq}$ et de N, par gramme : $N = 24653000000$.

» La détermination des éléments qui servent à l'évaluation de la perméabilité et des valeurs de n, d, S, N n'exige qu'une opération très simple, dont la durée n'excède pas une dizaine de minutes. Nous croyons que la méthode que nous venons de proposer pourra rendre des services pour la caractérisation rapide des principaux éléments qui interviennent dans la constitution physique des terres arables. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les échanges d'acide carbonique et d'oxygène entre les plantes et l'atmosphère.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« A la suite des expériences rapportées dans ma dernière Note, j'en ai fait une nouvelle sur l'Houque laineuse, avec l'idée d'en tirer des résultats plus complets.

» Je l'ai disposée de manière à pouvoir déterminer, non plus seulement à la fin, mais à un moment quelconque, le volume de l'acide carbonique disparu et celui de l'oxygène apparu par le fait de la végétation. J'ai dû, pour cela, renoncer à absorber de temps en temps de l'oxygène au moyen du cuivre chauffé, parce que ces absorptions se mesurent, en cours d'expérience, sans grande précision.

» L'appareil employé a consisté seulement en un récipient de verre portant un tube qui plonge dans du mercure; on pouvait, par ce tube, faire, grâce à des dispositions très simples, les prises de gaz nécessaires aux analyses et introduire l'acide carbonique. La proportion de l'oxygène s'est progressivement élevée jusqu'à 42,5 pour 100, et la pression totale des gaz, laissée à dessein faible au début, de 55^{cm} à 70^{cm} de mercure environ. L'azote gazeux mis en œuvre étant bien connu et ne variant pas, les taux pour 100 d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote déterminés par les analyses

[1] M. Whitney, *Some physical properties of soils in their relation to moisture and crop distribution*; 1892.

permettaient de calculer les quantités des deux premiers gaz existant dans l'appareil à un moment donné, et, par suite, les quantités disparues ou apparues depuis le début.

» Comme sol, j'ai employé 2kg du même sable quartzeux que précédemment; je n'y ai point, cette fois, ajouté de carbonate de chaux.

» Pour mesurer exactement l'influence du sol sur les variations de la composition de l'atmosphère interne, j'ai institué une expérience témoin, disposée comme la précédente, mais sans culture. L'examen des gaz de ce témoin, fait au début et à la fin, a appris que, pendant les deux mois que l'expérience a duré, le sol seul avait absorbé 11cc d'oxygène et dégagé sensiblement autant d'acide carbonique. J'ai tenu compte de cette donnée ci-après.

» Les plantes obtenues ont été analysées avec soin. Elles étaient, avant la récolte, bien vertes et de bel aspect; elles ont atteint de 22cm à 35cm de hauteur au-dessus du sol.

III. *Houque laineuse* (*semée le 7 juillet, récoltée le 6 septembre*).

Poids des graines : 20mgr. — Azote gazeux mis en œuvre : 3925cc.

CO^2 introduit	1540cc,0	1551cc,0	O introduit		1174cc,
CO^2 dégagé par le sol	11cc,0		O extrait	2898cc,1	2909,
CO^2 extrait		23,6	O absorbé par le sol	11cc,0	
CO^2 disparu par le fait des plantes		1527,4	O apparu par le fait des plantes		1734,

	13 août.	18 août.	26 août.	1er sept.	6 sept.
$\frac{\text{vol. } CO^2 \text{ disparu}}{\text{vol. O apparu}}$	0,87	0,88	0,88	0,91	0,89

Composition des plantes entières.

	gr	
Carbone (1)	0,827	39,1
Hydrogène	0,106	5,0
Azote	0,060	2,8
Cendres (2)	0,421	19,9
Oxygène (par différence)	0,704	33,2
Plantes entières sèches	2,118	100,0

» Il n'y avait pas de gaz combustibles en quantité mesurable dans l'atmosphère extraite de l'appareil.

» J'ai vérifié les résultats obtenus relativement au carbone et à l'azote,

(1) Compris 2mgr de carbone correspondant à l'acide carbonique des cendres.

(2) Sans leur acide carbonique.

en établissant ce qu'on peut appeler le *bilan* de chacun de ces deux éléments.

[Car]bone mis en [œ]uvre........	Sol au début..	58,1 mg	892,1 mg	Carbone retrouvé finalement....	Sol à la fin...	88,7 mg	889,9 mg
	Graines......	8,0			Plantes......	788,5	
	CO^2 introduit.	826,0			CO^2 extrait..	12,7	
[Azo]te au début..	Sol..........	67,2	67,7	Azote à la fin ...	Sol..........	9,9	69,2
	Graines......	0,5			Plantes entières	59,3	

» On retrouve à la fin, dans les limites d'erreur permises, le carbone et l'azote mis en œuvre. Les vérifications sont tout à fait satisfaisantes.

» *Conclusions.* — 1° Le rapport R du volume de l'acide carbonique disparu à celui de l'oxygène apparu par le fait des plantes examinées pendant les six ou huit premières semaines de leur végétation a été trouvé notablement inférieur à l'unité.

» On pourrait reprocher à l'expérience III d'avoir comporté des tensions anormales d'oxygène (jusqu'à 42,5 pour 100). Mais elle a donné un résultat du même ordre que l'expérience II où la proportion d'oxygène a été entretenue au voisinage de 20 pour 100. Et, de plus, les expériences de Boussingault, de MM. Dehérain et Maquenne, de MM. Bonnier et Mangin, ont fait voir que les rapports $r = \frac{CO^2 \text{ disparu}}{O \text{ apparu}}$ pour l'assimilation de carbone et $r' = \frac{CO^2 \text{ apparu}}{O \text{ disparu}}$ pour la respiration étaient, dans des limites très étendues, indépendants de la pression des gaz carbonique et oxygène. Il est donc à penser qu'ici notre rapport R, sorte de résultante de r et r', n'a pas été sensiblement altéré par la présence d'un excès d'oxygène.

» 2° Dans l'expérience III, le rapport R n'a pas sensiblement varié au cours de la végétation.

» 3° Il entre dans la composition de la matière organique d'une plante entière (et en particulier de notre Houque), un poids d'hydrogène supérieur à celui qui, avec l'oxygène de cette matière, formerait de l'eau. Pour rendre compte de ce fait important, on a été conduit, comme on sait, à admettre que la plante élimine de l'oxygène sous une forme ou sous une autre, et MM. Dehérain et Maquenne, ayant trouvé que, dans la respiration, le rapport r' était fréquemment plus grand que l'unité, ont bien fait remarquer qu'il y avait là une cause de déperdition d'oxygène par départ d'une certaine quantité d'acide carbonique dont les deux éléments seraient fournis par la plante même ; mes expériences s'accordent avec cette manière de voir. En dehors de toute hypothèse sur le mode d'élimination de l'oxy-

gène, elles permettent de constater le fait de cette élimination par des mesures directes.

» 4° L'Houque de l'expérience III a puisé de l'oxygène pour constituer sa substance organique, non pas seulement dans l'eau et dans les gaz acide carbonique et oxygène de l'atmosphère, suivant ce qu'on indique d'ordinaire, mais aussi, et en proportion importante, dans les sels minéraux oxygénés qui ont pénétré par les racines [1]. En effet, dans ses rapports avec l'eau, elle a pris l'oxygène correspondant à 106^{mgr} d'hydrogène, soit 848^{mgr}; dans ses rapports avec l'atmosphère, elle a perdu $1734^{cc},9 - 1527^{cc},4$ ou $207^{cc},5$, soit 297^{mgr} d'oxygène; elle n'a pu ainsi retenir que $848^{mgr} - 297^{mgr}$, ou 551^{mgr} de cet élément. Or elle en contenait 704^{mgr}. Il faut donc qu'elle en ait emprunté $704^{mgr} - 551^{mgr}$ ou 153^{mgr} à une autre source que l'eau et l'atmosphère. Cette source réside dans les sels oxygénés venant du sol, sulfates, phosphates, mais avant tout azotates [2]. On a dit souvent que la plante verte était un appareil réducteur. Elle apparaît nettement ici sous cet aspect.

» 5° Des expériences telles que notre expérience III, fondées à la fois sur la mesure et l'analyse des gaz et sur la détermination de la composition des plantes, semblent devoir fournir de très précieux renseignements pour l'étude de la synthèse végétale. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction du rutile.* Note de M. L. Michel, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note [3], nous avons montré que, en soumettant, à une température élevée, un mélange en proportions convenables de fer titané, de sulfure de calcium, de silice et de charbon, on pouvait simultanément obtenir le grenat mélanite et le sphène en cristaux présentant les principaux caractères de leurs similaires naturels.

» Nous nous proposons aujourd'hui de faire connaître l'action que la pyrite de fer exerce au rouge sur le fer titané.

» Quand on chauffe, pendant quelques heures, dans un creuset de graphite, à une

---

(1) Les éléments fournis par les graines sont négligés ici pour plus de simplicité.

(2) L'acide azotique correspondant aux 60^{mgr} d'azote assimilés contenait 171^{mgr} d'oxygène.

(3) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 830, 1892.

température voisine de 1200°, un mélange intime de 1 partie de fer titané et de 2 parties et demie de pyrite, on trouve, après refroidissement, une masse cristalline, se laissant casser facilement et réunissant tous les caractères physiques et chimiques de la pyrrhotine; cette masse est criblée de vacuoles sur les parois desquelles sont implantés des cristaux qui possèdent la composition ainsi que les propriétés cristallographiques et optiques du rutile naturel. Un traitement par l'acide chlorhydrique étendu suffit pour isoler complètement les cristaux de rutile.

» I. Les cristaux de rutile, obtenus dans les conditions que nous venons d'indiquer, se présentent sous la forme de prismes quadratiques allongés suivant la zone $mm(110)(1\bar{1}0)$, et portent les faces $m(110)$ et $h^1(100)$. Nous avons trouvé :

$$mh^1(110)(100) = 134^\circ 57', \qquad h^1h^1(100)(\bar{1}00) = 90^\circ.$$

» Ces cristaux sont uniaxes et positifs. Ils offrent les plus grandes analogies avec les cristaux de rutile aciculaire de Madagascar. Ils sont d'un bleu très foncé, doués d'un vif éclat adamantin, infusibles au chalumeau et inattaquables par les acides. Leur dureté est de 6; leur densité de 4,28.

» L'analyse a donné : acide titanique 99,14; sulfure de fer, traces.

» Lorsqu'on chauffe ces cristaux dans une atmosphère oxydante, ils perdent leur couleur bleue et prennent alors la teinte rougeâtre qui caractérise la plupart des cristaux naturels de rutile.

» Le rutile a déjà été reproduit par des procédés variés, qu'il serait trop long d'énumérer ici; aucun d'eux ne présente d'analogie avec celui que nous venons de décrire.

» II. La pyrrhotine artificielle est en masses cristallines à texture lamellaire. Sa couleur est le jaune de bronze. Elle agit faiblement sur l'aiguille aimantée. Sa dureté est de 4; sa densité de 4,5. La composition répond à la formule Fe^8S^9. Tous ces caractères sont ceux de la pyrrhotine naturelle (1) ».

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouvel ellipsomètre.* Note de M. **Jannettaz**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai présenté à l'Académie en 1874 (2), sous le nom d'*ellipsomètre*, un appareil permettant de déterminer à la fois l'orientation et les dimensions

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 413.

des ellipses isothermes, obtenues sur les plaques cristallines par l'échauffement d'un de leurs points.

» La partie caractéristique de l'appareil était une lunette portant au foyer de son oculaire un réticule et un spath, ce dernier ayant pour but de produire deux images de la courbe observée dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de la lunette. Cette lunette convient bien pour l'observation de courbes contrastant par leur éclat ou par leur couleur avec le fond sur lequel elles sont produites; ce n'est pas souvent le cas des courbes isothermes que dessine, après sa solidification par refroidissement, le bourrelet saillant d'une matière grasse fondue; aussi les voit-on vaguement quand on les regarde en face. Il en est autrement quand on les regarde obliquement; les courbes, éclairées avec une lampe à gaz, apparaissent avec des contours très réguliers, très visibles et très franchement délimités.

» C'est donc sous des incidences obliques que je les regarde maintenant. Cette obliquité déforme les courbes, mais les lignes perpendiculaires à la section principale du spath gardent leurs vraies longueurs; c'est pourquoi, dans mon nouvel instrument, au lieu de faire tourner la section principale du spath, je la laisse verticale et c'est la plaque que je fais tourner sur elle-même.

» Outre ces modifications, il en est une autre relative à la mesure des longueurs; cette mesure s'exécute en déplaçant la courbe, perpendiculairement à la section principale du spath, le long d'une vis micrométrique qui permet d'atteindre le millième de millimètre.

» Avec ces dispositions nouvelles, l'appareil, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, permet de voir très distinctement toutes les courbes, d'orienter leurs axes et de les mesurer avec une grande précision.

» La courbe à déterminer est placée sur un cercle horizontal; ce cercle est divisé et muni d'un vernier; il repose sur un chariot mobile le long de la vis micrométrique destinée à mesurer les longueurs.

» L'observation se fait au moyen d'une lunette à laquelle on peut donner à la fois un mouvement de translation le long d'une crémaillère verticale et un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal; cette disposition permet, entre autres résultats, de choisir l'inclinaison qui donne l'image la plus nette.

» La lunette est à court foyer; elle est munie : 1° d'un prisme biréfringent dont la section principale est dans le plan vertical passant par l'axe optique; 2° d'un réticule composé de deux fils rectangulaires dont l'un

est dans le plan de la section principale et dont l'autre est horizontal.

» Quand on regarde la courbe à étudier à travers la lunette, on en voit, grâce à la biréfringence du spath, deux images; le prisme étant à dédoublement variable, il est facile d'amener les images à se couper. On fait alors tourner le cercle divisé horizontal; il arrive un moment où la droite d'intersection des deux images devient parallèle au fil horizontal du réticule et où, par suite, l'un des axes de la courbe est également parallèle à cette direction. De sorte qu'en déplaçant la courbe parallèlement à cette direction, il suffit de mesurer le déplacement nécessaire pour que le fil vertical du réticule soit successivement dans les plans verticaux tangents aux deux images pour avoir la longueur d'un des axes de l'ellipse; en tournant la plaque de 90°, on mesure de même le second axe.

» D'ailleurs, il est facile de s'assurer que la droite d'intersection des deux images est exactement parallèle au fil horizontal du réticule, car on peut amener ces deux lignes en coïncidence, en faisant tourner la lunette autour de son axe horizontal.

» Les axes ainsi déterminés et mesurés, il faut encore fixer leur position sur la plaque, c'est-à-dire connaître l'angle qu'ils font avec des lignes remarquables de la plaque prises comme point de repère (le plus souvent des arêtes). Il suffit d'amener à coïncider avec le fil horizontal du réticule successivement l'axe de la courbe et la ligne de repère, et de mesurer l'angle dont il a fallu faire tourner le cercle divisé.

» Il est, d'ailleurs, inutile de chercher à placer le centre de la courbe isotherme sur le centre du cercle divisé, ce qui non seulement demanderait du temps, mais ne pourrait s'obtenir qu'imparfaitement et serait une cause d'erreur, et cela est inutile puisque l'angle au centre mesuré sur le cercle divisé a ses côtés parallèles à ceux de l'angle considéré.

» Si la courbe, au lieu d'être elliptique, est circulaire, la ligne d'intersection des deux images conserve constamment la même direction quand on fait tourner la plaque. C'est là ce qui permet de reconnaître l'ellipticité, même dans le cas où elle est très faible.

» A l'aide du nouvel ellipsomètre, on peut donc : 1° déterminer la position des axes des ellipses isothermes avec une exactitude égale à celle que donnent les microscopes polarisants pour les lignes d'élasticité optique ou les lignes d'extinction dans les systèmes obliques; 2° on peut savoir si la courbe isotherme est un cercle ou une ellipse, ce qui est d'une grande importance pour les cas-limites.

» Je dois remercier M. Pellin, constructeur, de l'habileté avec laquelle il a exécuté cet instrument. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Gréoulx (Basses-Alpes) et sur l'âge de ces dislocations.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« La Durance traverse, entre Manosque et Pertuis ([1]), en aval de la station de Mirabeau, un pli anticlinal légèrement *déversé vers le nord* et formé par les diverses assises du jurassique supérieur. La transgression et la discordance des dépôts helvétiens et tortoniens, qui recouvrent cet accident à droite de la rivière et qui ont été étudiés par M. Ch. Depéret, mettent nettement en évidence l'âge *préhelvétien* de ce plissement. En suivant vers l'est l'anticlinal de Mirabeau, on peut constater qu'il se relie à la série des plis couchés de la Provence, illustrés par les travaux de MM. Marcel Bertrand et Ph. Zürcher. C'est aux environs de Gréoulx et de Saint-Julien de Montagney que s'observent, en effet, avec le plus de netteté, les plus septentrionaux des recouvrements provençaux dont l'existence n'avait, jusqu'à ce jour, point été signalée et qui s'avancent jusque sur les bords du Verdon, au nord-est de Mirabeau.

» Voici l'analyse de ces dislocations (en allant du sud au nord) :

» I. A l'anticlinal du pont de Mirabeau, dirigé NO-SE et s'étendant des environs de Beaumont vers la plaine de Vorlaves (feuille d'Aix), succède, au nord-est, une série d'assises inclinées vers le sud-sud-ouest et dans lesquelles on reconnaît sans peine, malgré de fréquents recouvrements de cailloutis tortoniens, les restes d'un pli *refoulé vers le nord*. Le flanc normal est régulier (néocomien de Trastour, berriatien des pentes au nord de Ginasservis, jurassique supérieur (cote 430 est de Saint-Julien), oxfordien de Benon-Plan-Rouvier). Dans le ravin de Mallavallasse, près de Saint-Julien, les calcaires du jurassique supérieur, repliés sur eux-mêmes, dessinent, avec une remarquable netteté, un *anticlinal couché* sur les dépôts hauteriviens à *Echinospanagus cordiformis*. Ici, le plan isoclinal est donc complet et à peu près étiré. Vers le nord-ouest, au contraire, on constate la disparition progressive (Malaurie) du flanc renversé; en même temps, le noyau anticlinal se montre formé de couches de plus en plus anciennes et la série offre de nombreuses disparitions. M. Collot a signalé l'existence

---

([1]) Les faits consignés dans cette Note sont le résultat d'explorations effectuées pour le levé de la feuille Forcalquier de la Carte géologique de France, sur laquelle on pourra suivre les accidents techniques dont nous parlons ici.

du trias, près de l'entrée nord du souterrain de Ginasservis, et la crête qui domine au sud le mas du Bœuf (près de Bouzet) est constituée, en partie, par les dolomies de l'infralias. Enfin, près de Vinon, le flanc renversé du pli se montre fortement laminé et l'on voit, en plusieurs points, l'infralias reposer sur le néocomien à *Am. Astieri* (nord des Angles).

» II. En avant du précédent, apparaît, entre Vinon (Var) et Gréoulx (Basses-Alpes), un deuxième pli couché, parallèle à celui de Boisset (axe ESE-O-NO), et coupé par la route qui relie Saint-Julien-de-Montagney à Gréoulx.

» Ici encore, le flanc normal présente la série complète des couches comprises entre le néocomien à *Ostrea Couloni* (phéline) et l'infralias (pigette); le flanc renversé a disparu par étirement et les dolomies rhétiennes recouvrent presque horizontalement au sud de Gréoulx les gros bancs du barrémien exploités pour chaux hydraulique.

» Au nord de ce dernier accident, le néocomien disparaît sous les puissantes alluvions tortoniennes du plateau de Valensole, qui séparent la région considérée des chaînes subalpines.

» La discordance de la mollasse helvétienne *sur les tranches* du calcaire tithonique, près de la gare de Mirabeau, et la présence de nombreux lambeaux de cailloutis tortoniens (niveau de Cucuron), *reposant* en transgression évidente *sur les diverses parties des plis* que nous venons de décrire et recouvrant même les dolomies infraliasiques du noyau étiré, permettent d'affirmer que toutes ces dislocations *sont antérieures au miocène* et plus anciennes [1] que les plissements voisins des chaînes subalpines, qui ont intéressé les diverses couches néogènes et possèdent une direction toute différente.

» Il est remarquable de constater que ces dernières manifestations des

---

(1) Des recherches poursuivies avec nos deux confrères MM. Depéret et Leenhardt, nous ont montré qu'il était possible (comme nous l'avons déjà constaté dès 1888 dans la montagne de Lure) de retrouver dans le pli du Luberon, la trace très nette de deux phases principales de plissement. La transgression de la mollasse sur l'hauterivien dans l'intérieur même de la chaîne (Pardaillan), la discordance de cette même mollasse sur l'urgonien (Roure près Cucuron) prouvent un effort *antémiocène* synchronique de ceux qui ont produit les plis couchés de Gréoulx. Des mouvements *posttortoniens*, contemporains de ceux des chaînes subalpines les plus extérieures, ont donné ensuite à la région sa constitution actuelle, en ployant les assises miocènes. Il semble, du reste, que, dans le Luberon, les deux sédiments successifs, séparés par une phase d'immersion et d'érosion, se soient effectués *à la même place et le long d'un même axe*.

plissements de la Provence coïncident aussi pour diverses assises avec la limite septentrionale du *facies provençal*. C'est ainsi que l'infralias dolomitique des bords du Verdon diffère essentiellement des couches de même âge des environs de Castellane et de Barrême, tandis qu'il rappelle d'une façon frappante celles de la région de Brignoles; il en est de même pour les calcaires siliceux du lias et du bajocien. Seuls les calcaires du jurassique supérieur et le facies à Spatangues et à Ostracées du néocomien dépassent vers le nord les environs de Gréoulx et se montrent jusqu'à peu de distance au sud-ouest de Barrême. Le néocomien à Spatangues se continue dans le Luberon, mais ne se retrouve pas au nord, dans la montagne de Lure. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de son doyen M. *Em. Blanchard*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *de Quatrefages* :

En première ligne.	M. **Léon Vaillant.**
En deuxième ligne, par ordre alphabétique et sans classement.	M. **C. Dareste.** M. **Filhol.** M. **P. Fischer.** M. **Edmond Perrier.** M. **Georges Pouchet.**
En troisième ligne.	M. **Joannes Chatin.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1892.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART; 6e série, décembre 1892, t. XXVII. Paris, G. Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapports du Jury international*, publiés sous la direction de M. ALFRED PICARD, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président de section au Conseil d'État, Rapporteur général. *Groupe de l'Économie sociale*, deuxième Partie; second fascicule. Groupe VI : *Outillage et procédés des industries mécaniques*, 6e Partie, Classe 64. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 2 vol. in-4°.

Notes de Géographie littorale, par M. JULES GIRARD, Secrétaire adjoint de la Société de Géographie. Paris, 1892; 1 broch. in-8°.

L'eruzione dell' Etna, da ANNIBALE RICCO. Roma, 1892; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Faye.)

The anatomy and development of the lateral line system in Asnia calva, by EDWARD PHELPS ALLIS. Ir. Boston, Ginn and C°, 1889; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1892.)

Note de M. *Bjerknes* : Sur la dissipation de l'énergie électrique du résonateur de M. Hertz.

Page 725, ligne 11, *au lieu de* 14.10^{-8}, *lisez* $1,4.10^{-8}$.

Page 727, ligne 18, *au lieu de* que les métaux sont plus transparents vis-à-vis des ondulations lumineuses, *lisez* que les métaux sont plus transparents vis-à-vis des ondulations hertziennes que vis-à-vis des ondulations lumineuses.

(Séance du 28 novembre 1892.)

Note de M. *Rabut*, sur les invariants universels :

Page 927, ligne 12, *au lieu de* ou, *lisez* ont.

Même page, au bas, *au lieu de* une souche triple invariant : $v = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n+1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m+2}}$, *lisez* une souche triple; invariant : $v = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n+1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m+1}}$.

Page 928, ligne 13, *au lieu de* $R = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_3^n - y_4^n)^{m-1}} \left(\frac{y_3' - y_5'}{y_1' - y_5'}\right)^{mn-1} (y_1' - y_3')$, *lisez* $R = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_3^n - y_4^n)^{m-1}} \left(\frac{y_3' - y_5'}{y_1' - y_5'}\right)^{mn-1} (y_1' - y_3')^{m-n}$.

Même page, ligne 17, *au lieu de* $T = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m-1}} \left[\frac{(y_1' - y_4')(y_1' - y_5')}{y_4' - y_5'}\right]$, *lisez* $T = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m-1}} \left[\frac{(y_1' - y_4')(y_1' - y_5')}{y_4' - y_5'}\right]^{m-n}$.

Note de M. *G. Bertrand*, Sur les zincates alcalino-terreux :

Page 940, ligne 8, *au lieu de* $Zn^2CaH^2O^3, 4H^2O$, *lisez* $Zn^2CaH^2O^4, 4H^2O$.

Page 941, lignes 4 et 8, même correction pour les formules des zincates de strontium et de baryum.

Même page, note (¹), *au lieu de* Prescatt, *lisez* Prescott.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Brouardel* à la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. *Lalanne*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Brouardel** prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines solutions asymptotiques des équations différentielles*. Note de M. **Émile Picard**.

« En étudiant les beaux travaux de M. Poincaré sur les solutions asymptotiques aux solutions périodiques de certaines équations différentielles ordinaires (*Les nouvelles méthodes de la Mécanique céleste*, Chap. VII), j'ai été conduit à faire une remarque générale qui présente peut-être quelque intérêt.

» Soit un système d'équations du premier ordre

$$(S) \qquad \frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, x_2, \ldots, x_n, t) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les X sont des séries ordonnées suivant les puissances de $x_1, x_2, \ldots, x_n$; ces séries ne renferment pas de termes indépendants des x, et chacun de leurs coefficients est une fonction de t dont la valeur absolue ne dépasse pas une limite fixe quand t varie entre o et $+\infty$. Elles sont d'ailleurs convergentes quand les modules des x restent, quel que soit t dans l'intervalle précédent, inférieurs à un certain nombre.

» Si nous prenons seulement dans les X les termes du premier degré, nous aurons un système d'équations linéaires

$$(\Sigma) \qquad \frac{dx_i}{dt} = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots + a_{in}x_n \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Nous nous plaçons maintenant dans l'hypothèse où l'intégrale générale du système (Σ) serait de la forme

$$x_i = C_1 e^{-\alpha_1 t} f_{i1}(t) + \ldots + C_n e^{-\alpha_n t} f_{in}(t),$$

les α étant des constantes *positives* et les f des fonctions dont la valeur absolue est inférieure à un nombre fixe. Supposons, de plus, que l'on ait

$$\int_0^t (a_{11} + a_{22} + \ldots + a_{nn})\, dt = -(\alpha_1 + \ldots + \alpha_n)t + F(t),$$

$|F(t)|$ restant, quel que soit t, moindre qu'une quantité déterminée.

» Ces diverses conditions étant remplies, voici le théorème que l'on peut établir : *Les intégrales du système* (S), *qui prendront pour* $t = 0$ *des va-*

leurs suffisamment petites, tendront vers zéro lorsque t augmentera indéfiniment. Ces intégrales sont donc asymptotiques à zéro.

» La démonstration de ce résultat est très simple; il suffit d'étudier avec un peu d'attention la transformation à effectuer sur les x, qui correspond au changement de t en $t+h$, h étant une constante fixe.

» Le théorème précédent trouve son application dans le cas des équations à coefficients périodiques étudiées par M. Poincaré, et l'on retrouve bien, dans ce cas, un des résultats qu'il a obtenus en recherchant la forme analytique de l'intégrale. Il peut encore être appliqué dans d'autres circonstances, notamment quand les a sont des fonctions rationnelles de t, cas où l'on peut souvent avoir des expressions asymptotiques des intégrales des équations linéaires (Σ), comme il résulte des recherches publiées par M. Poincaré dans le Tome VIII des *Acta mathematica.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Description d'un nouveau four électrique;* par M. **Henri Moissan**.

« La découverte du chalumeau à oxygène, par Henri Sainte-Claire Deville et Debray, a rendu de grands services à la Chimie. Non seulement, au moyen de cet appareil, il a été facile de fondre et d'affiner le platine, d'obtenir des alliages nouveaux, mais on a pu aussi étendre et généraliser un certain nombre de questions de Chimie minérale.

» La température que l'on peut atteindre avec cet appareil, alimenté par le gaz d'éclairage et l'oxygène, est d'environ 2000°. On sait que Deville et Debray n'ont pu trouver que la chaux vive pour résister à cette température élevée.

» Ayant eu besoin, dans des recherches antérieures, de soumettre différents corps à une température supérieure à 2000°, j'ai songé à utiliser la chaleur fournie par l'arc électrique. Après quelques essais, je me suis arrêté enfin à un dispositif que je présente à l'Académie et qui n'a pour lui que son extrême simplicité.

» Ce nouveau four est formé de deux briques bien dressées, de chaux vive, appliquées l'une sur l'autre ([1]). La brique inférieure porte une rai-

---

([1]) La chaux peut être remplacée par deux briques de magnésie calcinée bien exempte de sels fusibles et préparée dans les conditions indiquées par M. Schlœsing. Nous avons aussi essayé de construire le même appareil en charbon de cornue; mais,

nure longitudinale qui recevra les deux électrodes, et au milieu se trouve une petite cavité servant de creuset. Cette cavité peut être plus ou moins profonde et contient une couche de quelques centimètres de la substance sur laquelle doit porter l'action calorifique de l'arc. On peut aussi y installer un petit creuset de charbon renfermant la matière qui doit être calcinée. Enfin, quand il s'agit de réduction d'oxydes, puis de fusion des métaux, on utilise des creusets plus grands, et une ouverture cylindrique, ménagée au milieu de la brique supérieure, permet de laisser tomber de temps en temps dans le four de petites gargousses formées par le mélange comprimé d'oxyde et de charbon.

» Ce four est donc à un seul arc, et le diamètre des charbons qui servent de conducteurs variera naturellement avec l'intensité du courant. Après chaque expérience, l'extrémité des charbons est entièrement transformée en graphite.

» Dans nos premières recherches, nous avons employé une petite machine Edison actionnée par une machine à gaz de 4 chevaux. Le plus souvent, le courant qui traversait le four, indiquait 30 ampères et 55 volts. La température obtenue ne dépassait pas beaucoup 2250°. Dans une deuxième série d'expériences, nous avons utilisé la force produite par une machine à gaz de 8 chevaux. Les appareils de mesure nous indiquaient 100 ampères et 45 volts. La température atteinte était d'environ 2500°. Enfin, grâce à l'obligeance de M. Violle, nous avons pu entreprendre une troisième série d'expériences au Conservatoire des Arts et Métiers. Nous avions à notre disposition une force de 50 chevaux, et l'arc obtenu dans ces conditions mesurait jusqu'à 450 ampères et 70 volts. La température était d'environ 3000°. Nous tenons beaucoup à adresser tous nos remerciements à M. Tresca, dont le bienveillant concours nous a été très utile dans cette dernière série d'expériences.

» Lorsque l'on emploie des courants à haute tension, il est très utile de prendre certaines précautions et d'isoler avec soin les conducteurs. D'ailleurs, même avec des courants de 30 ampères et 50 volts, tels que ceux employés au début de cette étude, il est indispensable de ne pas exposer le visage à une action prolongée de la lumière électrique et de toujours garantir les yeux avec des lunettes à verres très foncés. Les coups de soleil électriques ont été très fréquents au début de ces recherches et l'irritation

---

dans ce dernier cas, la perte de chaleur par conductibilité est trop grande pour que l'on puisse atteindre une température très élevée.

produite par l'arc sur les yeux peut amener des congestions très douloureuses.

» Les températures obtenues dans ces séries d'expériences ne sont qu'approchées. Mais M. Violle, non content de nous fournir les moyens de poursuivre ce travail, a bien voulu se charger spécialement de la détermination de ces différentes températures par des procédés qu'il présentera bientôt à l'Académie.

» Lorsque nous avons eu l'habitude de manier ce four électrique, nous avons pu produire un certain nombre de réactions nouvelles que nous allons résumer à grands traits.

» Dès que la température est voisine de 2500°, la chaux, la strontiane, la magnésie cristallisent en quelques minutes. Si la température atteint 3000°, la matière même du four, la chaux vive, fond et coule comme de l'eau. A cette même température, le charbon réduit avec rapidité l'oxyde de calcium et le métal se dégage en abondance; il s'unit avec facilité aux charbons des électrodes pour former un carbure de calcium, liquide au rouge, qu'il est facile de recueillir. Le sesquioxyde de chrome, l'oxyde magnétique de fer sont fondus rapidement à la température de 2250°. Le sesquioxyde d'uranium, chauffé seul, est ramené à l'état de protoxyde noir cristallisé en longs prismes. L'oxyde d'uranium, qui est irréductible par le charbon, aux plus hautes températures de nos fourneaux, est réduit de suite à la température de 3000°. En dix minutes, il est facile d'obtenir un culot de 120^{gr} d'uranium.

» Les oxydes de nickel, de cobalt, de manganèse, de chrome sont réduits par le charbon, en quelques instants, à 2500°. C'est une véritable expérience de cours, n'exigeant que dix ou quinze minutes.

» Cette méthode nous a permis de faire réagir avec facilité le bore et le silicium sur les métaux et d'obtenir des borures et des siliciures en très beaux cristaux. Enfin, il est facile, dans les conditions où nous nous sommes placés, de faire agir cette température élevée sur un certain nombre de corps simples ou composés. Nous continuons cette étude et nous communiquerons bientôt à l'Académie les résultats de nos nouvelles recherches. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action d'une haute température sur les oxydes métalliques;* par M. **Henri Moissan**.

« Pour étudier l'action d'une haute température sur les oxydes métalliques, on s'est servi du four électrique décrit précédemment. Les oxydes étaient préparés purs et anhydres. On tassait alors ces oxydes en poudre au milieu de la cavité placée entre les électrodes et l'on faisait jaillir l'arc. Les électrodes de charbon avaient été soumis au préalable à l'action du chlore à haute température puis refroidis dans un courant d'azote.

» *Oxyde de calcium.* — Lorsque l'on soumet la chaux à l'action de l'arc produit par une machine donnant 50 volts et 25 ampères, la masse ne tarde pas à se recouvrir de cristaux, blancs et brillants, qui sont formés d'oxyde de calcium pur.

» Ces cristaux peuvent d'ailleurs être obtenus en petite quantité au moyen du chalumeau à oxygène et à hydrogène dans la partie la plus chauffée, c'est-à-dire auprès de l'ajutage du chalumeau.

» Si, au lieu de chaux pure, on emploie la chaux ordinaire qui forme la matière même du four, on obtient encore une très belle cristallisation.

» Ces cristaux ont une densité de 3,29, ils sont facilement solubles dans l'eau et fournissent à l'analyse la composition suivante :

Chaux	97,30
Alumine	1,60
Silice	0,45
Fer	traces
	99,35

» Bien que la chaux employée fût très riche en alumine et colorée en jaune par du fer, les cristaux obtenus étaient tout à fait incolores ; ils sont analogues à ceux que MM. St. Meunier et Levallois ont trouvés dans un four à chaux ([1]).

» Si l'on opère avec un arc plus puissant, donnant 50 volts et 100 ampères, la cristallisation devient beaucoup plus abondante et plus rapide, mais l'on n'arrive à la fusion complète avec recristallisation confuse de la masse fondue qu'avec un arc fournissant 350 ampères et 70 volts. Dans ces con-

([1]) Stanislas Meunier et Levallois, *Comptes rendus* du 28 juin 1880.

ditions, la cavité intérieure se creuse de plus en plus, les deux briques de chaux vive se soudent et l'expérience se limite par la fusion de la matière qui constitue le four. La chaux pure, bien exempte de silice, d'alumine ou de magnésie, fond tout aussi bien et tout aussi rapidement. Après quinze minutes, lorsque l'on emploie un four de grandeur ordinaire, les parois extérieures sont portées au rouge vif et l'on doit mettre fin à l'expérience.

» *Strontiane.* — La strontiane cristallise d'abord, comme la chaux, sous l'action d'une température voisine de 2500°; vers 3000°, c'est-à-dire aux hautes tensions indiquées précédemment, elle fond aussi en un liquide transparent qui se prend, par refroidissement, en une masse confuse de cristaux.

» *Baryte.* — La baryte, comme on le sait, fond avec facilité; elle est absolument liquide dès 2000° et ne paraît pas se décomposer à une température de 2500°; en se refroidissant, elle laisse un amas de cristaux enchevêtrés, à cassure cristalline très belle.

» *Magnésie.* — La magnésie cristallise plus difficilement que la chaux. Vers 2500°, elle fournit des cristaux transparents d'oxyde anhydre, et, quand on opère aux hautes tensions (360 ampères et 70 volts), elle donne une masse fondue et transparente.

» *Alumine.* — Pour étudier l'action de l'arc sur l'alumine pure, on place cette dernière dans un creuset en charbon, au milieu du four en chaux. Vers 2250°, l'alumine fond et cristallise avec facilité. Si on l'additionne d'une petite quantité de sesquioxyde de chrome, on voit se détacher de la masse de petits cristaux rouges de rubis. Ces rubis sont beaucoup moins beaux que ceux préparés par MM. Fremy et Verneuil. Mais la rapidité de l'expérience, qui ne demande que dix à quinze minutes, permettra peut-être de préparer aussi avec facilité le rubis cristallisé.

» Lorsque l'arc est plus puissant et qu'il atteint 75 ampères et 25 volts, si l'expérience dure vingt minutes, non seulement l'alumine fond, mais elle est volatilisée et l'on ne retrouve rien dans le creuset. Ce dispositif permet de répéter, en quelques minutes, la fameuse expérience d'Ebelmen sur la synthèse du corindon par la volatilisation de l'acide borique dans un four à porcelaine. Seulement, lorsque l'expérience est très courte, trois à cinq minutes, la cristallisation est alors confuse et les cristaux perdent de leur limpidité. En quelques minutes, l'acide borique fondu est complètement volatilisé.

» *Oxydes de la famille du fer.* — Le sesquioxyde de chrome, chauffé à l'arc de 30 ampères et 55 volts, a fondu et donné une masse noire, hérissée

par parties de petits cristaux noirs répondant exactement à la formule du sesquioxyde de chrome anhydre. Le bioxyde de manganèse au contact de l'arc devient de suite liquide, bouillonne en dégageant de l'oxygène et fournit le protoxyde liquide, qui s'imbibe dans la chaux en laissant une masse cristallisée de couleur brune.

» Le sesquioxyde de fer fond rapidement, et perd aussi de l'oxygène; il fournit l'oxyde magnétique de fer Fe^3O^4, liquide et en partie cristallisé. Cet oxyde, comme le sesquioxyde de chrome, produit facilement avec la chaux des combinaisons très bien cristallisées.

» Le protoxyde de nickel laisse une masse fondue recouverte de petits cristaux verts transparents.

» Le protoxyde de cobalt, qui fond aussi très rapidement, produit des cristaux rosés.

» *Acide titanique.* — L'acide titanique, soumis à un courant de 50 volts et 25 ampères, fournit de beaux cristaux prismatiques noirs qui répondent comme aspect et comme propriétés au protoxyde de titane. Si l'on opère avec un courant de 100 ampères et 45 volts, ce protoxyde est d'abord fondu après trois minutes de chauffe, en partie dissocié et complètement volatilisé après huit minutes.

» *Oxyde de cuivre.* — L'oxyde de cuivre est complètement décomposé par une température de 2500°; il donne de petites masses de cuivre métallique et une combinaison double, cristallisée, d'oxyde de chaux et d'oxyde de cuivre.

» *Oxyde de zinc.* — L'oxyde de zinc est volatilisé en quelques instants et fournit de longues aiguilles transparentes de plusieurs centimètres qui viennent se déposer sur les orifices du four et les électrodes en charbon.

» *Conclusions.* — Sous l'action d'une haute température, variant entre 2000° et 3000°, la magnésie, la chaux, la strontiane cristallisent, puis fondent avec rapidité; l'acide borique, le protoxyde de titane, l'alumine sont rapidement volatilisés et les oxydes de la famille du fer, stables aux hautes températures, fournissent des masses fondues, hérissées de petits cristaux. Dans toutes nos expériences, une simple élévation de température a donc pu déterminer la cristallisation des oxydes métalliques. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence du diamant dans le fer météorique de Cañon Diablo*. Note de M. C. Friedel.

« Dans la séance du 4 avril dernier [1], notre savant confrère, M. Mallard, a mis sous les yeux de l'Académie, un échantillon du fer météorique de Cañon Diablo, dans l'Arizona, que l'École des Mines doit à la générosité de M. Eckley Coxe. Sur plusieurs points de ce morceau se trouvaient implantés des grains noirâtres rayant, d'après les expériences de M. Mallard, le corindon avec facilité et même le diamant. En attendant un examen plus approfondi, on pouvait conclure à bon droit, comme l'a fait M. Mallard et avant lui M. le professeur Kœnig, à l'existence du diamant dans certains échantillons de ce fer météorique. Néanmoins, la question de la présence du diamant dans les météorites ayant été très controversée et la certitude ne paraissant pas établie sur ce point d'une manière complète, il était nécessaire de ne pas s'en tenir au seul caractère de la dureté, si important qu'il soit en pareille question, et d'avoir recours à des essais chimiques.

» C'est ce dont nous étions convenus avec M. Mallard pour le moment où nous serions entrés définitivement en possession de l'échantillon. Nous ne l'avons eu à notre disposition que dans le courant du mois d'octobre.

» Dans l'intervalle, M. Le Bel, ayant fait scier un fragment de fer météorique de même provenance, eut la bonne fortune de mettre ainsi en évidence quelques nouveaux grains de diamant enchâssés dans la masse. C'est fort rare et bien des échantillons venant de Cañon Diablo ont été sciés et même dissous, sans offrir aucun indice de diamant, ou sans laisser aucun résidu pouvant être pris pour cette substance. M. Le Bel voulut bien faire don du précieux fragment à l'École des Mines et faciliter ainsi le sacrifice auquel nous devions nous résoudre pour arriver à une constatation, si possible, définitive de la présence du diamant.

» Nous avons fait scier en deux l'échantillon donné par M. Eckley Coxe et qui paraissait plus riche en diamant que celui de M. Le Bel. Dans l'opération du sciage, une nouvelle cavité, ou plutôt une fissure, fut mise à nu, dans laquelle se trouvait une matière qui contenait des grains durs pareils aux autres.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 812.

» Le fragment destiné à être sacrifié pesait 34^{gr}.

» On l'attaqua d'abord par l'acide chlorhydrique et l'on put remarquer qu'il s'y formait les figures de Widmannstätten caractéristiques des fers météoriques. Dans les premiers moments de l'attaque, il se dégagea un peu d'hydrogène sulfuré et, plus tard, les gaz prirent une odeur alliacée pouvant provenir de la présence d'un phosphure de fer. Bientôt la masse se recouvrit d'une poudre noire très fine, sauf dans certaines places où existait une matière beaucoup moins attaquable que le fer lui-même, sans doute un phosphure de fer. Ce phosphure paraît d'ailleurs être différent de la schreibersite, qui se rencontre aussi dans les échantillons de Cañon Diablo, en lamelles minces et ductiles. Il est, lui, en masses parfois assez épaisses, brillantes et fragiles, et me paraît mériter un examen approfondi; mais, pour le moment, l'important était d'arriver au diamant; je ne m'arrêtai donc ni à ce phosphure, ni à la poudre noire légère, qui paraissait assez abondante.

» J'achevai l'attaque du minéral par l'eau régale; la poudre noire ténue disparut en grande partie, laissant seulement des parties plus denses; après une soigneuse décantation des liqueurs, je traitai le résidu à plusieurs reprises par l'acide azotique fumant et le chlorate de potassium, comme notre éminent Secrétaire perpétuel M. Berthelot l'a indiqué, pour séparer du diamant les diverses variétés du carbone. Je m'arrêtai quand la poudre parut ne plus éprouver de changement. Elle semblait être devenue de couleur un peu plus claire, et une portion un peu plus ténue, se séparant par lévigation, aurait pu être prise pour de l'oxyde graphitique. Néanmoins, ayant isolé cette portion, l'ayant lavée à l'eau et séchée, j'en pris une parcelle et, en la frottant avec la pointe d'un couteau sur la surface d'un corindon poli, j'obtins facilement des rayures profondes. La partie plus dense m'avait d'ailleurs offert le même caractère.

» Je réunis donc les deux portions, que je soumis à deux traitements successifs par l'acide fluorhydrique, à une douce chaleur. Après celui-ci, j'examinai la matière au microscope et je la trouvai mélangée avec beaucoup de petits cristaux très nets, incolores et transparents, cubiques et cubo-octaédriques, qui étaient sans doute du fluorure de calcium. En effet, il suffit d'un traitement à l'acide chlorhydrique pour les faire disparaître, en donnant une solution qui renfermait un peu de calcium, et pour avoir une matière d'aspect homogène, d'une couleur gris brunâtre foncé opaque, d'un éclat vif, ne présentant aucune forme cristalline, ressemblant

tout à fait au diamant *carbonado* et formant de petits grains agglomérés, qui rappellent la structure de cette substance.

» Après un dernier lavage à l'eau, la matière séchée fut transportée dans une nacelle de platine et légèrement calcinée à l'air, afin de détruire les parcelles organiques qui auraient pu s'y mélanger dans les dernières opérations.

» Le poids de la matière contenue dans la nacelle montait à $0^{gr},0156$.

» La combustion a été faite dans un tube de porcelaine, vernissé en dedans et en dehors, avec de l'oxygène ayant passé dans un tube renfermant de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge, avant d'arriver aux tubes à ponce potassique et aux appareils desséchants. Elle a donné, pour l'acide carbonique : $0^{gr},0569$; d'où l'on conclut, pour le poids du carbone brûlé : $0^{gr},0155$. Le tube à eau avait augmenté de $0^{gr},0008$.

» Une expérience, faite à blanc, avant la combustion, avait montré que les appareils destinés à absorber l'acide carbonique n'avaient augmenté, pendant un temps plus que double de celui de l'expérience réelle, que de $0^{gr},0002$.

» Pendant la combustion, qui s'était faite très rapidement dès que le tube eût atteint une température suffisante, on avait vu les parois mouillées de la première boule de l'appareil à potasse se recouvrir de cristaux de bicarbonate.

» Dans la nacelle retirée du tube de porcelaine, il ne restait que quelques flocons rouges, paraissant être de l'oxyde de fer et pesant environ $0^{gr},0002$; ce qui correspondrait à une quantité de fer métallique de $0^{gr},00014$.

» Il ne peut donc rester aucun doute sur l'existence du diamant dans le fer météorique. C'est la première fois que l'on trouve le précieux minéral dans une gangue que l'on peut considérer sûrement comme sa gangue primitive.

» Dans toutes les roches où on l'a rencontré jusqu'ici, même dans la pegmatite de l'Hindoustan, signalée par M. Chaper (*Bulletin de la Société minéralogique*, t. VII, p. 47), on peut admettre, en raison de sa dureté et de son inaltérabilité, qu'il s'est introduit tel quel, pendant la formation de la roche.

» Ici, au contraire, l'état même du diamant, qui constitue une poudre fine disséminée dans certaines parties du fer météorique, semble indiquer qu'il a pris naissance sur place et s'est formé pendant la consolidation ou la

cristallisation de la masse. Il n'est pas d'ailleurs réparti uniformément dans celle-ci, et se trouve concentré dans certains nodules de phosphure et de sulfure de fer, ou plutôt encore à la surface de ceux-ci, et dans les petites fissures de la masse de fer en relation avec ces ségrégations.

» Lorsque j'ai attaqué l'échantillon de fer, qui m'a fourni le diamant, ayant servi à la combustion, j'avais mis de côté, pendant la dissolution, pour parer à un accident possible, une plaquette de 2^{gr} ou 3^{gr} qui s'était séparée de l'échantillon et qui paraissait être du phosphure de fer.

» Cette plaquette, ayant été traitée séparément, a fourni environ $0^{gr},35$ de poudre de diamant, c'est-à-dire plus de vingt fois ce qu'avait donné le reste de l'échantillon.

» C'est cette poudre que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Il ne m'a pas semblé utile de renouveler la combustion sur une quantité de matière plus grande, les résultats obtenus me paraissant tout à fait concluants.

» Mais un petit grain pris dans cette nouvelle portion m'a permis de constater que sa densité est un peu supérieure à celle de l'iodure de méthylène ($D = 3,3$), c'est-à-dire beaucoup plus forte que celle du graphite (de 2 à 2,2) et des autres variétés de carbone. Celle du diamant est 3,5; pour la variété *carbonado,* on donne des densités allant de 3,0 à 3,41.

» La poudre noire, très fine, séparée par lévigation de la portion plus grosse, tombe, elle aussi, au fond dans l'iodure de méthylène et n'est autre chose que du diamant, sous une forme sous laquelle il n'avaitpas été signalé.

» Les grains les plus gros ont une épaisseur de $0^{mm},5$ à $0^{mm},8$. La poudre fine est impalpable, mais dépolit facilement le corindon.

» Il me sera permis, après MM. Daubrée et Mallard, de faire remarquer l'importance du fait qui est ainsi définitivement établi. Les expériences de MM. Jerofeïeff et Latchinof sur la météorite de Novo-Uréi, gouvernement de Peuza, en Russie, qui a donné une poussière charbonneuse ayant la dureté du diamant, et celles de M. Weinschenk sur le fer d'Arva, dans lequel ce savant a trouvé des petits grains isotropes rayant le rubis et formés, pour la plus grande partie, de carbone, semblaient bien prouver l'existence du diamant dans les météorites; elles avaient néanmoins rencontré un peu d'incrédulité, d'autant qu'un échantillon d'Arva, examiné avec soin par M. Berthelot, avait donné un résultat négatif. La quantité de

la matière précieuse que nous avons pu extraire du fer météorique, grâce à la grande libéralité de M. Eckley Coxe, ne laisse plus de place au doute.

» Il est probable, en outre, que l'étude plus approfondie des conditions dans lesquelles se rencontre le diamant dans la masse de fer pourra jeter quelque jour sur le mode de formation de ce dernier, au moins dans sa variété noire et non cristallisée, le *carbonado*. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de dilatation à volume constant des fluides. Coefficients de pression;* par M. **E.-H. Amagat**.

« Les données nécessaires à cette étude ont été prises graphiquement sur les réseaux d'isothermes; il a suffi de mener des lignes d'égal volume, les points d'intersection de ces lignes avec les isothermes ayant pour abscisses les pressions nécessaires pour maintenir le volume constant aux différentes températures.

» 1° *Gaz.* — Je donne ici, d'abord pour les gaz, des extraits des Tableaux obtenus comme je viens de le dire. On trouve, sur une même ligne horizontale, les pressions nécessaires pour maintenir constant le volume, indiqué à la première colonne verticale, aux températures inscrites en tête de chacune des autres colonnes.

Acide carbonique (n° 1).

Volumes constants.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.	137°.	198°.	258.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
0,02385....	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0	40,9	42,8	44,7	46,6	48,5	50,5	57,0	68,0	78,5
0,01636....	34,4	41,8	45,1	48,3	51,4	54,5	57,6	60,6	63,5	66,5	69,5	80,0	97,0	112,0
0,01300....	34,4	44,4	51,1	55,5	59,7	63,8	67,8	71,8	75,7	79,6	83,6	97,5	120,0	140,0
0,01000. ..	34,4	44,4	56,3	62,8	68,6	74,5	80,2	85,8	91,3	96,7	102,3	121,5	153,5	181,0
0,00768....	34,4	44,4	56,4	68,3	76,6	84,8	92,8	100,6	108,2	116,0	123,8	151,0	195,0	234,5
0,00578....	34,4	44,4	56,4	70,7	83,1	94,7	106,2	117,5	128,8	140,2	151,3	191,0	257,0	316,0
0,00428....	34,4	44,4	56,4	70,7	87,8	104,8	121,9	138,9	156,3	173,5	191,1	252,5	356,0	449,5
0,00316....	34,4	44,4	56,4	71,5	98,0	125,3	153,8	183,2	211,5	240,5	271,0	376,0	554,5	»
0,00250....	»	»	64,4	109,0	155,0	201,0	250,5	298,5	346,0	394,5	443,5	619,0	909,0	»
0,00200....	122,5	209,0	300,0	384,0	470,5	560,0	651,0	745,0	832,5	918,0	998,0	»	»	»
0,00187....	307,5	404,0	520,0	627,5	750,5	856,5	953,5	»	»	»	»	»	»	»

Éthylène (n° 2).

Volumes constants.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.	137,°5.	198°,5.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
0,016666..........	37,0	40,0	43,2	46,2	49,2	52,2	55,2	58,3	61,3	64,3	67,3	78,0	95,4
0,011250..........	40,6	47,2	52,5	57,7	62,6	67,6	72,5	77,3	82,0	86,9	91,9	109,0	137,0
0,008333..........	40,6	50,0	57,9	65,4	72,6	80,0	87,0	94,2	101,2	108,2	115,6	141,7	183,7
0,006428..........	40,6	50,8	61,3	71,8	81,9	92,5	102,6	113,1	123,5	133,7	144,3	181,5	244,5
0,005000..........	40,6	51,2	65,4	80,0	95,0	110,0	125,0	140,8	155,5	170,7	186,0	243,3	334,7
0,004166..........	40,6	54,6	74,4	94,8	116,0	136,4	159,4	180,6	202,0	223,3	246,4	325,3	454,5
0,003500..........	49,0	77,2	108,5	140,0	171,0	203,0	234,5	266,0	298,0	329,5	364,2	478,5	663,0
0,003000..........	124,5	169,2	219,5	265,0	311,7	358,0	406,0	451,0	499,0	546,0	595,0	760,5	»
0,002857..........	185,5	325,5	288,4	341,0	399,0	449,0	499,0	551,0	606,5	660,5	716,0	»	»

(N° 3.)

Hydrogène. Volumes constants.	0°,0. atm	99°,25. atm	200°,25. atm	Oxygène. Volumes constants.	0°,0. atm	99°,5. atm	199°,5. atm	Azote. Volumes constants.	0°,0. atm	99°,45. atm	199°,6. atm	Air. Volumes constants.	0°,0. atm	99°,4. atm	2[illegible]
0,010690..	100	137	174	0,009265..	100	149	196	0,009910..	100	146	192	0,009730..	100	146	[illegible]
0,005690..	200	276	351	0,004570..	200	322	437	0,005195..	200	307	414	0,005050..	200	310	[illegible]
0,004030..	300	414	528	0,003208..	300	508	698	0,003786..	300	474	644	0,003658..	300	479	[illegible]
0,003207..	400	551	700	0,002629..	400	691	948	0,003142..	400	637	869	0,003036..	400	646	[illegible]
0,002713..	500	688	874	0,002312..	500	868	»	0,002780..	500	797	»	0,002680..	500	807	»
0,002386..	600	824	»	0,002204..	550	953	»	0,002543..	600	957	»	0,002450..	600	970	»
0,002149..	700	960	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

	0°,0. atm	15°,4. atm	47°,3. atm		0°,0. atm	15°,6. atm	atm		0°,0. atm	16°,0. atm	43°,6. atm		0°,0. atm	15°,7. atm	45°
0,0017250.	1000	1055	1164	0,0021170.	600	669	»	0,0020700.	1000	1088	1239	0,0021710.	800	876	[illegible]
0,0015575.	1200	1264	1390	0,0018800.	800	888	»	0,0019460.	1200	1298	1474	0,0019990.	1000	1089	[illegible]
0,0013800.	1500	1579	1737	0,0017360.	1000	1106	»	0,0018135.	1500	1613	1812	0,0018830.	1200	1295	[illegible]
0,0012580.	1800	1889	2071	0,0016350.	1200	1325	»	0,0017145.	1800	1937	2168	0,0017540.	1500	1610	[illegible]
0,0011945.	2000	2099	2300	0,0014975.	1600	1765	»	0,0016635.	2000	2150	2401	0,0016620.	1800	1924	[illegible]
0,0010975.	2400	2518	2746	0,0014080.	2000	2188	»	0,0015835.	2400	2572	2858	0,0016130.	2000	2131	[illegible]
0,0010245.	2800	2925	»	0,0013435.	2400	2618	»	0,0015250.	2800	2990	»	0,0015335.	2400	2552	[illegible]
»	»	»	»	0,0013040.	2700	2925	»	»	»	»	»	»	»	»	»

» Voici quelques Tableaux de coefficients $\frac{1}{p}\frac{\Delta p}{\Delta t} = \beta$ et $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \mathrm{B}$; pour éviter toute confusion je réserverai pour ces derniers le nom de *coefficients de pression*.

» Ces coefficients moyens sont relatifs aux limites de températures inscrites en tête des colonnes verticales, et sous les volumes constants des Tableaux ci-dessus, qui, sauf pour l'acide carbonique n'ont pas été répétés; on a seulement réinscrit les pressions initiales pour faciliter le repérage des lignes correspondant à ces volumes; pour l'acide carbonique, les pressions initiales correspondent non à zéro, mais à la limite inférieure de température du premier coefficient moyen de la même ligne horizontale, le Tableau présentant un vide qui correspond à la région comprise dans la courbe de liquéfaction. La réduction à l'unité de pression des coefficients β a été faite, bien entendu, en divisant par la pression relative à la température inférieure de chaque intervalle, contrairement à la convention, assez peu rationnelle du reste, souvent adoptée; j'ai déjà fait une remarque analogue pour la réduction à l'unité de volume des coefficients de compressibilité et de dilatation sous pression constante.

$\left(B = \frac{\Delta p}{\Delta t}\right)$. *Acide carbonique* (n° 4). $\left(\beta = \frac{1}{p}\,\frac{\Delta p}{\Delta t}\right)$.

Pressions initiales.	Entre 0° et 20°.		20° — 40°.		40° — 60°.		60° — 80°.		80° — 100°.		100° — 137°.		137° — 198°.		198° — 258°.	
	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.
atm		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
31,0	0,200	0645	0,200	0543	0,190	0487	0,190	0444	0,195	0419	0,176	0302	0,180	0316	0,175	0257
45,1	»	»	0,315	0698	0,310	0603	0,295	0512	0,300	0472	0,284	0408	0,279	0349	0,250	0258
51,1	»	»	0,430	0841	0,405	0678	0,395	0583	0,395	0522	0,376	0450	0,369	0378	0,333	0277
56,3	»	»	0,610	1083	0,580	0845	0,550	0686	0,550	0602	0,519	0507	0,525	0432	0,458	0299
76,6	»	»	»	»	0,810	1057	0,770	0830	0,780	0722	0,735	0594	0,721	0477	0,658	0338
83,1	»	»	»	»	1,155	1390	1,130	1224	1,125	0874	1,073	0709	1,082	0566	0,983	0380
87,8	»	»	»	»	1,705	1940	1,720	1411	1,740	1113	1,659	0868	1,697	0672	1,558	0437
98,0	»	»	»	»	2,790	2847	2,885	1876	2,975	1407	2,838	1047	2,926	0778	»	»
64,4	»	»	4,530	7030	4,775	3081	4,775	1906	4,875	1409	4,743	1069	4,833	0781	»	»
122,5	8,875	7245	8,525	2841	9,025	1919	9,075	1394	8,275	0994	»	»	»	»	»	»
307,5	10,625	3455	11,525	2208	10,150	1352	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

(N° 5.)

Hydrogène.				Oxygène.				Azote.				Air.			
0°,0 — 99°,2.		99°,2 — 200°,5.		0°,0 — 99°,5.		99°,5 — 199°,5.		0°,0 — 99°,4.		99°,4 — 199°,6.		0°,0 — 99°,4.		99°,4 — 200°,4.	
B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.
	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
0,373	373	0,366	267	0,492	492	0,470	315	0,462	462	0,460	315	0,462	462	0,465	319
0,766	383	0,742	269	1,226	613	1,115	357	1,075	537	1,070	349	1,105	552	1,090	351
1,149	383	1,129	272	2,090	696	1,900	374	1,748	582	1,700	359	1,800	600	1,742	364
1,521	380	1,475	268	2,924	731	2,570	372	2,382	595	2,320	364	2,470	617	2,327	360
1,895	379	1,842	267	3,698	740	»	»	2,982	596	»	»	3,085	617	»	»
2,256	376	»	»	»	»	»	»	3,582	597	»	»	3,718	620	»	»
3,710	371	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

(N° 6.)

Hydrogène.				Oxygène.			Azote.				Air.			
0°, 0 — 15°, 4.		0°, 0 — 47°, 3.			0°, 0 — 15°, 6.		0°, 0 — 16°, 0.		0°, 0 — 43°, 6.		0°, 0 — 15°, 7.		0°, 0 — 48°, 1	
B.	β.	B.	β.		B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.	B.	β.
»	0,00	»	0,00	»	»	0,00	»	0,00	»	0,00	»	0,00	»	0,00
»	»	»	»	»	4,423	737	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	5,641	705	»	»	»	»	4,841	605	4,591	574
3,571	357	3,467	347	»	6,795	679	5,500	550	5,481	548	5,668	567	1,543	554
4,155	346	4,017	335	»	8,013	668	6,125	510	6,284	524	6,051	504	6,075	506
5,129	342	5,010	334	(1600atm)	10,513	657	7,060	471	7,155	477	7,006	467	7,273	485
5,779	321	5,729	318	»	»	»	8,562	475	8,440	469	7,900	439	8,115	451
6,428	321	6,342	317	»	12,051	602	9,375	468	9,197	460	8,344	417	8,736	437
7,662	319	7,315	305	»	13,974	580	10,750	448	10,505	437	9,681	403	9,888	412
8,117	325	»	»	(2700atm)	14,423	538	11,875	424	»	»	»	»	»	»

» *Variation des coefficients* B *et* β *avec le volume.* — On voit que le coefficient de pression B augmente très rapidement quand le volume décroît, c'est-à-dire quand la pression initiale à zéro croît.

» Le coefficient β augmente d'abord quand le volume décroît, il passe par un maximum d'autant moins prononcé que la température est plus élevée, puis décroît.

» Pour l'azote, ce maximum n'est pas encore atteint entre zéro et 200° dans les limites de pression du Tableau (n° 5); pour l'hydrogène, au contraire, il est atteint dans ces mêmes limites, puisque β y est sensiblement constant; aux plus fortes pressions, le maximum est dépassé pour les quatre gaz compris au Tableau (n° 6).

» *Variation des coefficients* B *et* β *avec la température.* — D'une façon générale, le coefficient de pression B varie très peu avec la température; on voit que, pour l'acide carbonique, la variation entre zéro et 100° est tout à fait insignifiante; c'est le résultat auquel j'étais arrivé pour ce corps dans mon travail de 1881 (*Annales de Chimie et Physique*); entre 100° et 260°, il subit une légère diminution; l'éthylène conduit à des résultats analogues.

» Pour l'hydrogène, l'air et l'azote, la variation de B entre zéro et 200° (Tableau n° 4) est peu sensible surtout dès que les pressions deviennent un peu fortes; la même chose a lieu pour les trois premiers gaz (Tableau n° 6) jusqu'aux plus fortes pressions; il est vrai qu'ici les limites de températures sont beaucoup plus restreintes.

» Il paraît résulter de l'ensemble de ces résultats que les variations du coefficient de pression avec la température, *toujours très petites*, s'annulent aux températures suffisamment élevées sous toutes les pressions, et probablement à toutes les températures sous des pressions suffisantes; c'est bien ce que paraissent montrer les résultats relatifs aux gaz qui, dans les limites de températures de ce travail, sont déjà de beaucoup au-dessus de leur température critique. Dans ces conditions, les pressions à volume constant sont proportionnelles non aux températures absolues, mais à celles-ci diminuées d'une constante fonction du volume seul; cette constante (qui est numériquement un nombre de degrés) croît d'abord rapidement quand le volume diminue, elle passe par un maximum, diminue, s'annule, change de signe et continue à décroître en valeur absolue; au moment où la constante est nulle, le gaz repasse par une loi analogue à celle qui caractérise les gaz parfaits, c'est ce qui arrive pour l'hydrogène vers 800^{atm}; il est très remarquable que précisément, dans ces conditions, son coefficient ait une valeur sensiblement égale à celle qu'il a sous la pression normale, c'est-à-dire à celle qu'on attribue aux gaz dans le plus grand état de perfection connu; il serait extrêmement intéressant de savoir si cette remarque est générale; malheureusement les autres gaz étudiés n'ont pas encore atteint, même aux plus fortes pressions, les conditions dans lesquelles la constante s'annule.

» Les variations de β se déduisent de suite de ce qui vient d'être dit; ce coefficient, dans tous les cas, diffère peu d'être, pour un volume donné, en raison inverse de la pression.

» Dans la région du réseau comprise dans la courbe de liquéfaction et correspondant au vide du Tableau (n° 4) de l'acide carbonique, il n'y a point de coefficients de pression proprement dits; les valeurs de $\frac{dp}{dt}$, qui se rapportaient alors aux tensions maxima, ne varient plus avec le volume, et il y a forcément discontinuité de ces valeurs en franchissant la courbe de liquéfaction, sauf probablement pour la ligne d'égal volume qui passe par le point critique, et avec renversement dans le sens de la discontinuité de part et d'autre de cette ligne; c'est un point à examiner. Dans tous les cas, ce qui a été dit ci-dessus des coefficients de pression paraît s'appliquer immédiatement dès que la courbe de liquéfaction a été franchie. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des moyens de diminuer le pouvoir pathogène des pulpes de betteraves ensilées;* par M. **Arloing**.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 14 novembre 1892), j'ai démontré que le pouvoir pathogène des pulpes de betteraves ensilées se développe par fermentation durant l'ensilage. On rendrait donc cet aliment inoffensif si on l'empêchait de fermenter sous l'influence de plusieurs microbes zymogènes, entre le moment où il sort des sucreries ou des distilleries et le jour où il est distribué au bétail.

» La dessiccation des cossettes épuisées suffirait à réaliser ce desideratum. Elle est préconisée depuis quelques années, non dans un but hygiénique, mais avec l'intention de diminuer les qualités encombrantes des pulpes. On l'opère à l'aide de la chaleur dans les appareils de Garner ou de Vernuleth et Ellenberger, ou de Buttner et Meyer. On pourrait se servir du vide.

» En principe, je n'ai pas d'objections à opposer à la dessiccation, si ce n'est qu'elle diminue peut-être la digestibilité des pulpes. En fait, il s'agit de savoir si les frais de cette opération ne sont pas trop élevés, eu égard à la valeur réelle de l'aliment.

» Dans le cas où la question se résoudrait par l'affirmative, ou bien en attendant que l'usage de la dessiccation se soit généralisé, il est intéres-

sant, je crois, de faire connaître d'autres moyens de diminuer les dangers offerts par les pulpes ensilées.

» Je ne parlerai pas de l'égouttage, car cette opération est incapable d'atténuer la toxicité des pulpes d'une manière suffisante. Au surplus, les pulpes abandonnent une plus ou moins grande quantité de parties liquides pendant leur transport et leur manipulation, et cela ne les empêche pas de causer des accidents.

» Je désire appeler l'attention sur trois autres moyens, qui m'ont été révélés par l'expérimentation : la neutralisation, le chauffage, l'adjonction du chlorure de sodium.

» 1° Lorsqu'on verse une solution de soude dans le liquide acide abandonné par les pulpes ensilées, on constate, à l'instant même où la neutralisation est parfaite, un changement de coloration. Celle-ci était jaunâtre, elle devient tout à coup brunâtre. En même temps, le liquide est troublé par un léger précipité et son odeur vive et caractéristique est notablement affaiblie.

» On a donc opéré simultanément la neutralisation et, dans une certaine mesure, la dénaturation du liquide.

» Si, après avoir filtré ce dernier, on l'injecte dans les veines du lapin, on s'aperçoit qu'à des doses deux et trois fois plus considérables que la dose toxique du produit naturel, il détermine simplement des troubles fonctionnels éphémères. J'ai presque désespéré de provoquer avec lui l'intoxication aiguë. Mais, moyennant une quantité considérable (six fois plus forte que la dose toxique du liquide intact), j'ai causé une intoxication lente, accompagnée de troubles nervo-moteurs et hypersécrétoires graves et entraînant la mort en quatre ou cinq jours.

» Avant de décider sur la valeur hygiénique de la neutralisation des pulpes, il convient d'examiner les qualités du précipité, car ce dépôt serait fatalement introduit dans l'appareil digestif des animaux.

» Dans ce but, j'ai essayé de reprendre par l'eau simple et par l'eau légèrement alcalinisée le dépôt formé par la neutralisation d'une dose de liquide capable d'empoisonner 6 à 7 lapins pesant 2^{kg}, et j'ai injecté la solution entière à un seul animal de cette espèce. Le sujet a présenté une légère accélération de la respiration et s'est parfaitement rétabli.

» On peut donc affirmer que la neutralisation diminuerait considérablement la toxicité des pulpes, dans le rapport $\frac{6}{1}$.

» 2° Le chauffage à la température de l'ébullition, maintenue pendant quelques minutes, tue beaucoup de microbes et diminue la toxicité des substances dissoutes.

» Dans une première expérience, un liquide, qui empoisonnait le lapin à la dose de 3^{cc} et par kilogramme de poids vif, ne déterminait plus la mort à la même dose après avoir subi l'ébullition. Au cours de l'injection dans les veines, on n'observait plus les secousses convulsives qui caractérisent les effets meurtriers de ce liquide à l'état naturel.

» Dans une seconde expérience, un liquide qui tuait le lapin à raison de 2^{cc} par kilogramme de poids vif était bien supporté à la dose de 5^{cc} après avoir été chauffé.

» Le chauffage à la température de l'ébullition, pendant dix à douze minutes, altère donc les substances toxiques et particulièrement les substances convulsivantes, et diminue de plus de la moitié le pouvoir pathogène des pulpes ensilées.

» 3° Étant donnée l'influence que les chlorures métalliques exercent sur les alcaloïdes des fermentations, je me suis demandé vaguement si le chlorure de sodium ne modifierait pas heureusement la toxicité des pulpes. Le résultat a dépassé mon attente, en ce sens que des quantités très minimes de sel marin annihilent une grande partie des propriétés toxiques.

» L'adjonction du sel marin au liquide exprimé des pulpes ne détermine ni précipité, ni changement dans la coloration ou dans l'odeur. J'ignore encore théoriquement la nature de son influence; mais le chlorure de sodium neutralise manifestement une partie de la toxicité des pulpes.

» Je résume dans le Tableau suivant le résultat de trois expériences faites sur le lapin avec des liquides différents. La dose toxique est calculée par kilogramme de poids vif et exprimée en centimètres cubes.

Expériences.	N^{os} des lapins.	Dose toxique du liquide non salé.	Dose toxique du liquide salé à : 5 °/₀.	1 °/₀.	$\frac{1}{2}$ °/₀.	$\frac{1}{4}$ °/₀.	$\frac{1}{8}$ °/₀.	$\frac{1}{10}$ °/₀.	Degrés relatifs de toxicité.
		cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	
1.....	1	3,90	»	»	»	»	»	»	$\frac{1}{1}$
	2	»	10,47	»	»	»	»	»	$\frac{1}{3,28}$
2.....	1	3,82	»	»	»	»	»	»	$\frac{1}{1}$
	2	»	»	12	»	»	»	»	$\frac{1}{3,14}$
	3	»	»	»	21,46	»	»	»	$\frac{1}{5,61}$
	4	»	»	»	»	34,70	»	»	$\frac{1}{9,08}$
3.....	1	7,8	»	»	»	»	»	»	$\frac{1}{1}$
	2	»	»	33,21	»	»	»	»	$\frac{1}{4,25}$
	3	»	»	»	38,49	»	»	»	$\frac{1}{4,93}$
	4	»	»	»	»	»	36,48	»	$\frac{1}{4,68}$
	5	»	»	»	»	»	»	28,05	$\frac{1}{3,59}$

» L'examen de ce Tableau démontre que l'adjonction du sel marin affaiblit la toxicité de la partie fluide des pulpes à des degrés variables et que ces degrés ne sont pas exactement en rapport avec la dose de la matière modificatrice. C'est autour de la proportion de $\frac{1}{4}$ de sel marin pour 100 de liquide que l'action neutralisante se montre à son maximum d'intensité; au-dessus et au-dessous, l'effet antitoxique est moins considérable; il est sensiblement égal aux doses de 5 pour 100 et de $\frac{1}{10}$ pour 100. Dans un cas, l'adjonction de $2^{gr},5$ de sel marin par kilogramme de pulpe aurait rendu la toxicité neuf fois plus petite.

» L'action du sel marin sur la matière toxique des pulpes de betteraves ensilées peut même s'exercer à l'intérieur des vaisseaux sanguins. J'ai pu faire tolérer à un lapin une dose toxique de liquide de pulpes en l'injectant dans les veines alternativement avec 25^{cc} d'eau contenant 1^{gr} de chlorure de sodium. A aucun moment de l'expérience, l'animal n'a présenté de convulsions ni de dyspnée sérieuse. Au bout de vingt-quatre heures, il paraissait en bonne santé. Enfin, par le même procédé, j'ai pu injecter sur un lapin malingre, deux fois la dose toxique; au lieu de périr au milieu de convulsions caractéristiques, il est mort lentement trois heures après la dernière injection.

» On croira peut-être, en cette occurence, que le sel marin a protégé l'organisme en provoquant la sécrétion des reins; mais le lapin qui est mort a uriné presque constamment à partir du milieu de l'expérience, tandis que l'autre n'a uriné qu'une seule fois. Le chlorure de sodium paraît bien avoir neutralisé une partie du pouvoir toxique dans l'intimité de l'organisme.

» Je dirai donc que le sel marin est actuellement le moyen le plus simple et le moins coûteux pour diminuer le pouvoir pathogène des pulpes de betteraves utilisées comme aliment. J'ajouterai même qu'il constitue un moyen avantageux, puisqu'il développe ses effets à une dose sous laquelle il est souvent conseillé à titre de condiment.

» Si on le mélange à raison de $\frac{1}{4}$ pour 100 à $\frac{1}{5}$ pour 100 aux pulpes, ramenées elles-mêmes à la dose journalière de 50 à 60 kilogrammes pour le bœuf, on échappera vraisemblablement aux accidents causés par l'usage de ces résidus industriels.

» Dans le cas où l'on serait en présence de la *maladie de la pulpe*, on peut employer logiquement le sel marin comme agent thérapeutique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, en remplacement de feu M. *de Quatrefages*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Perrier obtient	18	suffrages
M. Vaillant »	12	»
M. Dareste »	10	»
M. Fischer »	9	»
M. Joannes Chatin	5	»
M. Filhol	4	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Perrier obtient	38	suffrages
M. Vaillant »	12	»
M. Dareste »	5	»
M. Fischer »	4	»

M. **Perrier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'emploi des ballons non montés à l'execution d'observations météorologiques à très grande hauteur.* Note de M. **Ch. Renard**, présentée par M. Cornu. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Sarrau).

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur l'emploi des ballons non montés à l'exécution d'observations météorologiques à très grande hauteur. Cette Note en est le résumé sommaire.

» La préoccupation des dangers que court l'aéronaute dans les hautes régions étant ici écartée, il semble facile de s'élever très haut. Cette facilité n'est qu'apparente. En réalité, l'atmosphère se présente à nous comme une montagne dont les pentes, d'abord très douces, se transforment rapidement en une muraille à pic.

» En supposant, pour simplifier, que la température de l'air est uniforme et égale à 0°, et en négligeant les faibles variations de g avec l'altitude, on a sensiblement

$$y = 18400 \log n.$$

y altitude en mètres au-dessus du plan où la pression est de 1^{kg} par centimètre carré;

n réduction de la pression initiale, ou dénominateur de la fraction $\frac{1}{n}$ exprimant la pression finale en kilogrammes, par centimètre carré;

» D'autre part, on établit facilement la relation suivante : pour un ballon n'ayant à porter que lui-même, et en équilibre à la pression $\frac{1}{n}$,

$$V = \frac{36\pi m^3 n^3}{A^3}.$$

V volume du ballon en mètres cubes;
m densité superficielle de l'enveloppe (poids de l'enveloppe en kilogrammes par mètre carré);
n défini plus haut;
A force ascensionnelle, en kilogrammes, du mètre cube de gaz à la pression de 1^{kg} par centimètre carré prise pour unité.

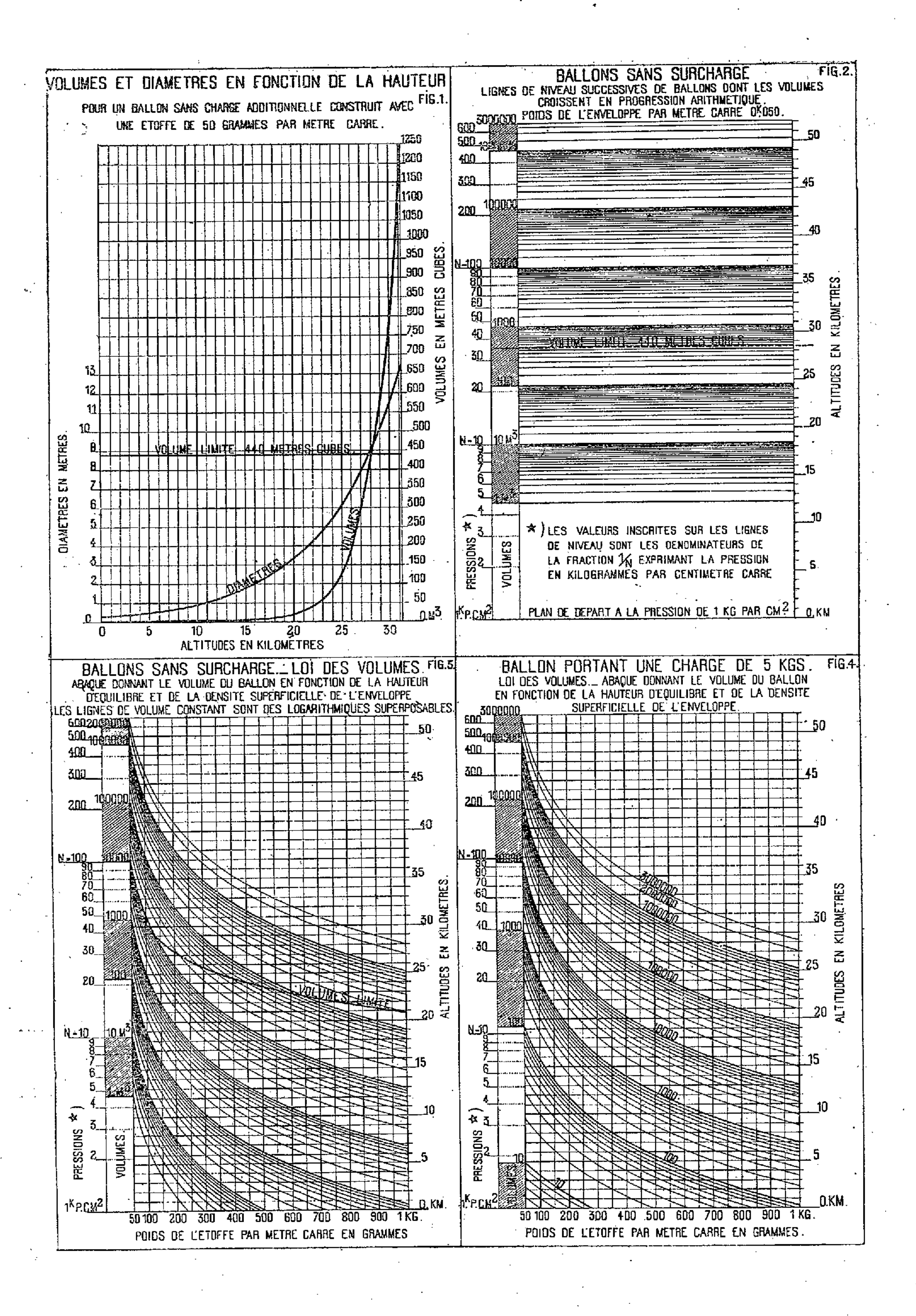
» Cette équation des *trois cubes* montre avec quelle rapidité le volume du ballon augmente quand l'enveloppe s'alourdit, que la pression finale diminue et que la densité du gaz se rapproche de celle de l'air.

» Le gaz d'éclairage a une force ascensionnelle égale aux $\frac{2}{3}$ de celle de l'hydrogène commun; la substitution du premier gaz au second aurait pour effet d'augmenter le volume du ballon dans le rapport de 2^3 à 3^3 ou de 3,38. Il faut donc employer l'hydrogène.

» L'étoffe ordinaire des ballons montés pèse 300^{gr} par mètre carré; j'ai réussi à en préparer une six fois plus légère. Cette substitution réduit le volume des ballons dans le rapport de 216 à l'unité.

» Prenons donc cette enveloppe légère et l'hydrogène commun qui donne $A = 1,122$, l'équation des trois cubes devient

$$V = 0,01\, n^3.$$


VOLUMES ET DIAMETRES EN FONCTION DE LA HAUTEUR
FIG.1.
POUR UN BALLON SANS CHARGE ADDITIONNELLE CONSTRUIT AVEC UNE ETOFFE DE 50 GRAMMES PAR METRE CARRE.
VOLUME LIMITE 440 METRES CUBES
DIAMETRES
VOLUMES
DIAMETRES EN METRES.
VOLUMES EN METRES CUBES.
ALTITUDES EN KILOMETRES
BALLONS SANS SURCHARGE
FIG.2.
LIGNES DE NIVEAU SUCCESSIVES DE BALLONS DONT LES VOLUMES CROISSENT EN PROGRESSION ARITHMETIQUE.
POIDS DE L'ENVELOPPE PAR METRE CARRE 0K050.
VOLUME LIMITE 440 METRES CUBES
*) LES VALEURS INSCRITES SUR LES LIGNES DE NIVEAU SONT LES DENOMINATEURS DE LA FRACTION 1/N EXPRIMANT LA PRESSION EN KILOGRAMMES PAR CENTIMETRE CARRE
PLAN DE DEPART A LA PRESSION DE 1 KG PAR CM2
PRESSIONS *)
VOLUMES
ALTITUDES EN KILOMETRES
BALLONS SANS SURCHARGE.— LOI DES VOLUMES.
FIG.3.
ABAQUE DONNANT LE VOLUME DU BALLON EN FONCTION DE LA HAUTEUR D'EQUILIBRE ET DE LA DENSITE SUPERFICIELLE DE L'ENVELOPPE
LES LIGNES DE VOLUME CONSTANT SONT DES LOGARITHMIQUES SUPERPOSABLES.
VOLUMES LIMITE
PRESSIONS *)
VOLUMES
ALTITUDES EN KILOMETRES.
POIDS DE L'ETOFFE PAR METRE CARRE EN GRAMMES
BALLON PORTANT UNE CHARGE DE 5 KGS.
FIG.4.
LOI DES VOLUMES.— ABAQUE DONNANT LE VOLUME DU BALLON EN FONCTION DE LA HAUTEUR D'EQUILIBRE ET DE LA DENSITE SUPERFICIELLE DE L'ENVELOPPE.
PRESSIONS *)
ALTITUDES EN KILOMETRES
POIDS DE L'ETOFFE PAR METRE CARRE EN GRAMMES.

» Elle fournit encore la progression effrayante que voici :

n...........	5	10	40	200	500
y...........	12900^{m}	18400^{m}	29500^{m}	42300^{m}	49700^{m}
V...........	$1^{mc},25$	10^{mc}	640^{mc}	80000^{mc}	1250000^{mc}

» Les chiffres de ce Tableau parlent d'eux-mêmes. Il semble que l'atmosphère, d'abord si facile à gravir, soit bientôt limitée par un plafond d'airain. Les hauteurs de 12^{km} à 15^{km} peuvent être atteintes avec de petites sphères de quelques mètres cubes; une hauteur double exige des centaines de mètres; une hauteur triple, des dizaines de mille; une hauteur quadruple, des millions.

» En tirant n de l'équation des trois cubes, on trouve que l'altitude y peut se mettre sous la forme

$$y = M + 6133 \log V,$$

M est une constante qui n'est fonction que de m et de A et qui, si l'on fait $A = 1,122$ (hydrogène commun), devient

$$M = 11675 - 18400 \log m.$$

La première équation montre qu'en décuplant le volume on augmente y d'une quantité constante égale à 6133^{m} seulement.

» Ces deux équations m'ont permis de construire des abaques matérialisant pour ainsi dire l'obstacle opposé aux excursions de nos sondes aériennes.

» Les lignes de niveau de ces abaques correspondent à $V = \text{const}$. En donnant à V des valeurs espacées de 1^{mc} (*fig.* 2) on voit les lignes de niveau se resserrer et se confondre en une teinte continue. C'est un premier plafond que l'on ne peut franchir qu'en décuplant l'ordre de grandeur des volumes.

» 6133^{m} plus haut, c'est un nouveau plafond obligeant à un nouveau décuplement des volumes et ainsi de suite.

» Les *fig.* 3 et 4 tiennent compte du poids m de l'enveloppe et de la charge probable du ballon. Elles s'expliquent d'elles-mêmes.

» J'arrive à la construction du ballon-sonde que je compte essayer prochainement. J'ai pu limiter son diamètre à 6^{m} et son volume à 113^{mc} en employant une enveloppe très légère en papier japonais imperméabilisé par un vernis spécial. Cette enveloppe ne pèse que 50^{gr} par mètre carré.

» En ce qui concerne les instruments, je me suis d'abord occupé du

barographe et du thermographe (1). M. Richard m'a fourni des instruments pesant chacun $2^{kg}800$; par l'emploi de l'aluminium et d'évidements convenables, j'ai ramené leur poids à 1200^{gr} chacun.

» Ma grande préoccupation était de les préserver des chocs à l'atterrissage, le parachoc que je présente à l'Académie résout convenablement ce problème. C'est une cage qu'on peut projeter de 2^{m} de hauteur sur un sol dur sans que le mouvement d'horlogerie de l'instrument qui y est placé soit interrompu par le choc.

» L'ensemble des appareils est à peu près terminé. Voici d'abord le filet en fil de lin ne pesant que $0^{kg},632$ et ne se rompant que sous un effort total de 650^{kg}. J'ai l'honneur de présenter aussi le barographe, le thermographe et leurs parachocs, enfin plusieurs échantillons de l'enveloppe du ballon. Le poids total, instruments compris, ne dépassera pas $9^{kg},500$.

» L'altitude approchée sera de $20\,700^{m}$ et la pression au moment de l'arrêt sera réduite à 55^{mm} de mercure.

» L'objet de cette Communication n'est nullement de revendiquer la priorité de l'idée de ces sondes aériennes; j'ai voulu seulement définir les limites que nous impose la nature même des choses et, en second lieu, faire connaître le résultat de mes recherches sur les enveloppes légères et sur les instruments et parachocs légers, sans l'emploi desquels l'exécution d'une série continue et régulière de sondages aériens est pratiquement impossible. »

M. **Raoul Pictet** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essai d'une méthode générale de Synthèse chimique ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **L. Benoit** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Esquisse sur les causes naturelles ».

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand.)

M. **Foveau de Courmelles** adresse un Mémoire intitulé : « La biélectro-

---

(1) M. Violle fait construire en ce moment un actinographe léger pour ces expériences. M. Ch.-Ed. Guillaume s'occupe d'un bathomètre.

lyse, actions réciproques de deux corps complexes sous l'action des courants électriques continus ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations photographiques de la comete Holmes*. Note de M. H. **Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai photographié plusieurs fois la comète Holmes à l'Observatoire de Paris avec un petit objectif de $0^m,09$ d'ouverture qui m'a été obligeamment prêté par un amateur et que j'ai fixé à un équatorial de six pouces du passage de Vénus. Cet objectif (anastigmat de Zeiss) a une ouverture de $\frac{1}{7}$ et doit donner les objets ayant un diamètre apparent sensible, comme les comètes, avec une pose deux fois moindre que les objectifs de $\frac{1}{10}$ employés pour la Carte du Ciel et construits en vue des mesures précises; il a de plus l'avantage de donner un très grand champ (de 15° sur les épreuves).

» Aussi les photographies montrent-elles, outre la comète Holmes, la nébuleuse d'Andromède qui en est distante de 4° environ.

» Or la dernière épreuve obtenue en novembre, le 21, en une pose de 10^h40^m à 11^h20^m, temps moyen de Paris, montre dans la comète un commencement de dédoublement.

» Ce dédoublement coïncide avec l'affaiblissement notable de l'intensité que les observateurs d'autres pays ont constaté les jours suivants et que la nature de l'orbite n'annonçait pas.

» La région de la comète n'a pu ensuite être photographiée avec le même objectif, à cause du mauvais temps, que le 10 décembre; mais l'épreuve, obtenue en une heure de pose par beau temps, ne montre pas la comète; ce qui confirme que l'éclat a beaucoup diminué.

» Ces photographies ont été faites avec le concours de mon assistant, M. Mittau. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le lieu du centre des moyennes distances d'un point d'une épicycloïde ordinaire et des centres de courbure successifs qui lui correspondent.* Note de M. G. FOURET, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« M. Haton de la Goupillière, dans une Communication récente [1], a fait connaître des formules générales qui, pour une courbe plane quelconque définie par son équation intrinsèque, déterminent, par rapport à la tangente et à la normale en chacun des points de cette courbe, les coordonnées du centre des moyennes distances des centres de courbure correspondants de ses développées successives. Il en a conclu, comme exemple particulier, que, dans le cas d'une épicycloïde ordinaire, les coordonnées normale et tangentielle de ce centre des moyennes distances sont respectivement proportionnelles aux rayons de courbure de la courbe et de sa première développée.

» On peut déduire du résultat obtenu par M. Haton que le lieu d'un pareil centre des moyennes distances est une épicycloïde, en général allongée ou raccourcie. On y parvient aisément en s'appuyant sur un théorème, d'une certaine importance dans l'étude des propriétés géométriques des épicycloïdes, que j'ai fait connaître il y a quelques années [2]. Ce théorème peut s'énoncer ainsi :

» *Lorsque des points affectés de masses quelconques, positives ou négatives, décrivent, dans un plan, des épicycloïdes ordinaires du même genre (ordinaires, allongées ou raccourcies), de façon que les angles d'anomalie qui leur correspondent croissent simultanément de quantités égales, leur centre de gravité décrit dans le plan une épicycloïde du même genre et suivant la même loi.*

» *Le centre du cercle fixe de cette épicycloïde est le centre de gravité des masses des points décrivants transportées respectivement aux centres des cercles fixes des épicycloïdes correspondantes. La même relation de position a lieu entre les centres des cercles mobiles et entre les points de contact des cercles générateurs de ces épicycloïdes.*

» On entend ici par épicycloïdes (extérieures ou intérieures) *du même genre* celles dans lesquelles les rayons des cercles générateurs sont dans un même rapport, et, par *angle d'anomalie* d'une épicycloïde, l'angle, compté

---

(1) Séance du 21 novembre dernier; p. 856 à 861 du présent volume.

(2) *Bulletin de la Société Philomathique*, année 1868; p. 80 à 94. Théorème XI.

dans un sens de rotation déterminé, que fait avec une direction fixe, d'ailleurs arbitraire, la droite joignant les centres des deux cercles générateurs.

» Lorsque l'on applique le théorème qui vient d'être énoncé à des épicycloïdes ordinaires, on remplace la condition imposée aux angles d'anomalie par une condition équivalente, en assujettissant les tangentes à ces courbes, aux points qui les décrivent respectivement, à s'infléchir simultanément de quantités égales, dans un même sens de rotation.

» Ces notions étant rappelées, revenons à la question étudiée par M. Haton et considérons, en même temps qu'une épicycloïde ordinaire, que j'appellerai *principale,* ses deux premières développées qui sont, comme on le sait, deux épicycloïdes ordinaires du même genre qu'elle. Un point mobile sur l'épicycloïde principale et les centres de courbure qui lui correspondent, sur les deux développées, décrivent respectivement ces trois courbes, suivant la loi spécifiée dans l'énoncé du théorème donné plus haut. D'autre part, le procédé, suivant lequel M. Haton détermine le centre des moyennes distances des centres de courbure correspondants des développées successives de l'épicycloïde, équivaut manifestement à prendre le centre de gravité de trois points affectés de masses convenablement choisies, et coïncidant respectivement avec le point mobile sur l'épicycloïde principale et ses centres de courbure sur les deux premières développées. Donc ce centre des moyennes distances engendre une épicycloïde du même genre que l'épicycloïde principale.

» On peut d'ailleurs arriver à cette conclusion par une voie plus directe, sans s'appuyer sur les résultats obtenus par M. Haton pour les épicycloïdes, et même en élargissant un peu la question. Considérons, à cet effet, un point sur une épicycloïde ordinaire et les centres de courbure qui s'en déduisent sur un certain nombre de ses développées successives. Ces points décrivent des épicycloïdes ordinaires du même genre, de manière que les tangentes correspondantes s'infléchissent simultanément d'angles égaux et dans le même sens. En supposant ces points affectés de masses égales, leur centre de gravité coïncide avec leur centre des moyennes distances. Le théorème rappelé tout à l'heure s'applique alors immédiatement et l'on en conclut que :

» *Lorsqu'un point décrit une épicycloïde ordinaire, le centre des moyennes distances de ce point et des centres de courbure successifs, en nombre quelconque, qui lui correspondent, engendre une épicycloïde ordinaire, allongée ou raccourcie, du même genre que la première.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires ordinaires.* Note de M. **Jules Cels**, présentée par M. Darboux.

« Étant donnée une équation différentielle ordinaire, je me propose de définir d'une façon nouvelle l'adjointe de la première ligne ([1]). J'indiquerai ensuite une propriété caractéristique des équations équivalentes à leur adjointe de la première ligne.

» J'ai été guidé par la belle méthode employée par M. Darboux pour étudier les équations de degré impair équivalentes à leur adjointe de Lagrange ([2]).

» Soit une équation différentielle linéaire ordinaire, que je mets sous la forme

$$(1) \qquad f(z) = z + a_1 z' + a_2 z'' + \ldots + a_n z^{(n)} = 0,$$

$a_1, a_2, \ldots, a_n$, désignant des fonctions quelconques de x et les indices supérieurs étant des indices de dérivation.

» L'adjointe de la première ligne a pour équation ([3])

$$(2) \qquad \varphi(y) = y - a_1 y' + \frac{d}{dx}(a_2 y') + \ldots + (-1)^n \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}(a_n y') = 0.$$

On trouve facilement

$$(3) \qquad \int [y' f(z) + z' \varphi(y)]\, dx = \psi(z, y),$$

$\psi(z, y)$ étant une fonction où figurent z et y ainsi que leurs $n-1$ premières dérivées

$$\begin{aligned} \psi(z,y) = zy &+ z' \left[a_2 y' - \frac{d}{dx}(a_3 y') + \ldots + (-1)^{n-2} \frac{d^{n-2}}{dx^{n-2}}(a_n y') \right] \\ &+ z'' \left[a_3 y' - \frac{d}{dx}(a_4 y') + \ldots + (-1)^{n-3} \frac{d^{n-3}}{dx^{n-3}}(a_n y') \right] \\ &+ \ldots \\ &+ z^{(n-1)} a_n y'. \end{aligned}$$

([1]) Cels, *Comptes rendus*, 15 juillet 1890.
([2]) Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 99 et suivantes.
([3]) Cels, *Annales de l'École Normale supérieure*, année 1891.

» La propriété exprimée par l'identité (3) est caractéristique; elle peut servir de définition à l'adjointe de la première ligne. Si l'on introduit l'adjointe de cette façon, on peut immédiatement tirer de l'identité (3) la propriété fondamentale de réciprocité entre une équation et son adjointe.

» D'autre part, si y_1 est une solution de l'adjointe de la première ligne pour l'équation

$$f(z) = 0,$$

$$\psi(z, y_1) = \text{const.}$$

est une intégrale première de l'équation

$$f(z) = 0.$$

Enfin l'équation

$$\psi(z, y_1) = 0$$

a $n - 1$ solutions communes avec l'équation

$$f(z) = 0.$$

» Les équations qui sont équivalentes à leur adjointe de la première ligne sont nécessairement de degré pair, et si $f(z) = 0$ désigne une pareille équation, on a

$$\int z' f(z)\, dx = \frac{1}{2}\psi(z, z),$$

et cette propriété est caractéristique, autrement dit :

» *Si le premier membre d'une équation mise sous la forme* (1) *devient une dérivée exacte quand on le multiplie par la dérivée de la fonction inconnue, l'équation est nécessairement de degré pair et équivalente à son adjointe de la première ligne.*

» Cette propriété permet d'abaisser l'ordre de l'équation; c'est ainsi que, dans le cas de l'équation du deuxième ordre équivalente à son adjointe de la première ligne

$$f(x) z'' + \frac{1}{2}\frac{df(x)}{dx} z' + g^2 z = 0,$$

où $f(z)$ est une fonction arbitraire et g une constante arbitraire, on a l'intégrale générale par la formule

$$z = \text{const.}\, e^{g\sqrt{-1}\int\frac{dx}{\sqrt{f(x)}}} + \text{const.}\, e^{-g\sqrt{-1}\int\frac{dx}{\sqrt{f(x)}}}.$$

» Revenant au cas général d'une équation d'ordre $2n$ équivalente à son adjointe de la première ligne, on trouve qu'il existe une relation quadratique entre $2n$ intégrales, formant un système fondamental, ou les dérivées de ces intégrales. Ces relations sont :

$$\begin{gathered}\varphi(z_1, z_2, \ldots, z_{2n}) = 1,\\ \varphi(z'_1, z'_2, \ldots, z'_{2n}) = 0,\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\ \varphi\left[z_1^{(2n-1)}, z_2^{(2n-1)}, \ldots, z_{2n}^{(2n-1)}\right] = 0,\end{gathered}$$

φ désignant toujours la même forme quadratique. »

PHYSIQUE. — *Sur la cause commune de l'évaporation et de la tension superficielle des liquides*. Note de M. G. VAN DER MENSBRUGGHE.

« Dès 1886 [1], j'ai montré que la constante K de la théorie capillaire de Laplace détermine, il est vrai, un état particulier de cohésion dans un liquide, mais ne constitue nullement, comme bien des physiciens le disent encore, une pression normale à la surface et dirigée vers l'intérieur du liquide.

» J'ai fait voir de plus qu'en tenant compte des forces répulsives, dont Laplace a fait abstraction, et qui, d'après une propriété essentielle des liquides, se transmettent non seulement à travers la masse intérieure, mais encore à tous les points de la couche superficielle, on doit forcément conclure que la densité de cette couche diminue depuis une profondeur égale au rayon r de l'activité sensible de l'attraction moléculaire, jusqu'à la surface même.

» En 1889 [2], j'ai cité des faits nombreux pour l'explication desquels la théorie de Laplace est absolument en défaut, tandis que le principe de la tension permet d'en rendre compte avec la plus grande facilité.

» Aujourd'hui, je viens de faire un pas de plus, et, j'ose l'espérer, un pas décisif pour la démonstration théorique de l'existence de la tension superficielle. En effet, il est aisé de voir que, si un point de la couche su-

---

(1) *Sur l'instabilité de l'équilibre de la couche superficielle d'un liquide* (*Bulletin de l'Académie de Belgique,* t. XI, n° 5).

(2) *Bulletin de l'Académie de Belgique,* t. XVII, p. 151 et 518.

perficielle est tiré *vers l'intérieur* avec une force A, il est sollicité, en vertu de la transmission *nécessaire* des répulsions, par une force K — A *vers l'extérieur;* de là un écartement des particules dans le sens normal; mais, dans un liquide, il ne peut se produire autour d'un point quelconque un écartement moléculaire suivant une direction déterminée, sans provoquer aussitôt le même écartement dans toutes les autres directions. Dès lors les forces répulsives doivent faire naître, dans la couche superficielle, des tensions non seulement dans le sens normal, mais encore dans le sens tangentiel; ces tensions augmentent ainsi, depuis la profondeur r où la force contractile est nulle, jusqu'à la surface libre où elle est maximum.

» On comprend immédiatement que, si l'écart dans le sens normal dépasse une certaine valeur, les particules extrêmes se séparent de la couche; c'est le phénomène de l'évaporation. D'autre part, les forces élastiques partielles développées dans le sens tangentiel ajoutent leurs effets, car ceux-ci ne se produisent que dans l'épaisseur r de la couche superficielle $\left(r \text{ vaut au plus } \frac{1^{\text{mm}}}{20\,000}\right)$; l'intégrale de toutes ces forces élémentaires constitue précisément la tension superficielle.

» Ce raisonnement est absolument indépendant de la forme de la surface du liquide; conséquemment, la tension d'un liquide à une température donnée est la même, quelle que soit la forme de la surface terminale.

» La relation si étroite que je viens d'énoncer entre l'évaporation d'un liquide et sa tension superficielle me paraît très féconde; elle sera pour moi le point de départ d'une série d'expériences dont j'ai déjà formé le projet. Par exemple, si mes essais ultérieurs confirment, comme je l'espère, mes résultats déjà obtenus, je pourrai avancer que l'eau s'évapore même à travers une couche d'huile d'olive de plus de 7^{cm} d'épaisseur.

» En résumé, non seulement la théorie de la tension superficielle sera établie désormais sur une base bien solide, mais encore il sera très facile de comprendre les particularités de l'évaporation et de tous les phénomènes connexes, tels que l'ébullition, l'état sphéroïdal et le point critique. »

OPTIQUE. — *Sur le rapport entre la vitesse de la lumière et la grandeur des molécules dans les milieux réfringents.* Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'énoncé d'une loi qui semble aussi importante par ses résultats immédiats que par ceux qui peuvent en découler. Le fait qu'elle ne s'appuie sur aucune théorie et qu'elle est déduite de résultats numériques connus depuis de longues années lui donne peut-être une valeur d'autant plus grande. Elle permet de calculer simplement l'indice de réfraction de tous les corps dont on connaît la composition chimique.

» Loi. — *Soit* E *la densite par rapport à l'hydrogène d'une molécule* M, *composée des corps simples* $a, b, c, \ldots$; *soit* $p, q, r, \ldots$, *le nombre des atomes de chacun d'eux entrant dans la molécule* M; *soit enfin* m *le nombre de fois que la molécule réelle contient la molécule chimique* (*ou la condensation*). On a

$$n - 1 = 0,97 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{2mE}{\Sigma p}},$$

c'est-à-dire que la réfraction $(n - 1)$ est proportionnelle à la racine carrée du quotient du poids de la molécule par le nombre des atomes constituants (poids moyen de l'atome).

» 1° Pour les corps simples la réfraction nous donnera directement le nombre d'atomes constituant la molécule.

Corps.	Densité.	$(n-1)10^4$ obs.	$0,97\sqrt{\left(\frac{2mE}{N}\right)}10^4$.	N.
H........	1	1,39	1,38	$\frac{1}{2}$
O........	16	2,72	2,74	4
Az........	14	2,98	2,96	3
S.........	32 × 3	16,29	16,49	$\frac{2}{3}$
Ph.......	62	13,64	13,22	$\frac{2}{3}$
Cl........	35,5	7,70	8,17	1
Br........	80	11,27	11,93	1
C........	12	11	4,75	1

» Pour le chlore et le brome, nous admettons que le nombre d'atomes est égal à 1, bien que le résultat ne soit pas absolument exact, parce que la densité de vapeur n'est pas bien déterminée.

» 2° Ayant le nombre d'atomes constituant la molécule des corps simples, on peut passer aux corps composés.

Corps.	E.	Ep.	$(n-1)10^4$ observé.	Calculé.	m.
$H^2O = 18$..........	9	$\frac{1}{2}+2$	2,57	2,60	1
$H^2S = 34$..........	17	$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$	6,20	6,20	1
$CO = 28$..........	14	$\frac{1}{2}+2$	3,35	3,24	1
$AzO = 30$..........	15	$\frac{3}{2}+2$	2,97	2,84	1
$HCl = 36,5$........	18,25	$\frac{1}{4}+\frac{1}{2}$	4,45	4,78	$\frac{1}{2}$
$CO^2 = 44$..........	22	$\frac{1}{2}+4$	4,54	4,29	2
$CH^4 = 16$..........	8	$\frac{1}{2}+1$	4,42	4,48	2
$AzH^3 = 17$.........	8,5	$\frac{3}{2}+\frac{3}{4}$	3,77	3,78	2
$Az^2O = 44$.........	22	$3+2$	5,16	4,98	3
$C^2H^4 = 28$.........	14	$1+1$	7,20	7,25	4
$CS^2 = 76$...........	19	$\frac{1}{4}+\frac{1}{3}$	14,78	16	4
$CAz = 26$..........	26	$1+3$	8,22	8,06	5
$C^2H^6O = 46$........	11,5	$\frac{2+3+4}{4}$	8,81	9,1	8
$(C^2H^5)^2O = 74$.....	10,5	$\frac{4+5+4}{7}$	15,07	15,0	20

» J'ai fait les vérifications pour un grand nombre d'autres corps.

» *Corps liquides.* — On peut déduire l'indice des liquides de celui de leurs vapeurs. Exemple : l'eau. Sa densité par rapport à l'hydrogène est environ 11200, ce qui fait 1250 fois le poids de la molécule gazeuse, qui vaut 9. Ce nombre représente donc le nombre m de molécules qui se sont réunies pour former l'eau liquide. Appliquons la formule, nous aurons

$$n-1 = 10^{-4}\sqrt{2\cdot\frac{1250\times 9}{2+\frac{1}{2}}\times 1250} = 0,33.$$

» C'est précisément la réfraction de l'eau liquide.

» *Corps solides.* — Même calcul pour le diamant. Sa densité par rapport à l'hydrogène est environ 39200 ou 3266 fois l'équivalent 12. Ce nombre représente le nombre m de molécules qui se sont réunies. On aura donc :

$$n-1 = 10^{-4}\sqrt{2\cdot\frac{3266\times 12}{1}\times 3266} = 1,5.$$

» C'est, avec toute l'exactitude que comporte ce calcul rapide, l'indice du diamant.

» La loi énoncée peut donc être regardée comme vérifiée, aussi parfaitement qu'il est possible, jusque dans ses conséquences les plus lointaines.

Je me propose de revenir sur les conclusions qu'on peut tirer de cette proposition : la réfraction ne dépend que de la masse moyenne de la molécule. »

OPTIQUE. — *Sur la propagation anomale des ondes lumineuses des anneaux de Newton*. Note de M. CH. FABRY, présentée par M. Mascart.

« Dans la séance du 28 novembre, M. Joubin a présenté à l'Académie une Note sur ce sujet, dans laquelle il étudie seulement le cas de l'incidence normale. Lorsque l'incidence est oblique, chacune des ondes réfléchies a deux focales distinctes, et l'étude des franges permet de montrer l'avance d'un quart d'onde qui se produit lors du passage d'une onde par une de ces lignes.

» Les expériences que je vais décrire, ainsi que celles qu'a décrites M. Joubin, ont été communiquées par moi à la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux le 16 juin 1892 (t. III, 4e série des Mémoires de cette Société). Elles ont fait le sujet d'une Note que j'ai envoyée au *Journal de Physique* en juillet dernier et qui sera publiée très prochainement.

» Soit une lentille dont une face convexe S est en contact par son milieu O avec un plan de verre S'. Le système est éclairé par un point lumineux et le rayon qui se réfléchit au point O tombe sous une incidence oblique; nous placerons le plan d'incidence horizontal. L'onde Ω réfléchie sur la surface S a deux lignes focales distinctes : A verticale et B horizontale. L'autre onde Ω' a aussi deux focales A' et B', disposées de même. Si le point lumineux est assez éloigné de l'appareil et si l'incidence n'est pas trop oblique, ces quatre focales sont réelles et se succèdent dans l'ordre A, B, A', B'; c'est alors que le phénomène est le plus complet.

» Un écran (ou mieux le plan focal d'un appareil d'observation) se déplace en restant normal au rayon réfléchi en O.

» Entre le point O et le point A, on a des franges elliptiques à centre noir.

» Au delà de A, l'onde Ω prend la forme d'une surface à courbures opposées (ses centres de courbure sont en A et B); l'onde Ω' ne change pas de nature. Les franges sont, par suite, hyperboliques. De plus, l'onde Ω ayant subi une avance d'un quart d'onde, le centre de ces hyperboles est *gris*. Le centre est bordé, en haut et en bas, par une frange brillante,

et par une frange sombre à droite et à gauche. Il est facile d'en conclure que c'est bien une *avance* qu'a subie l'onde Ω. Continuant à déplacer l'écran, on trouvera :

» Entre B et A′ des franges elliptiques à centre blanc.

» Entre A′ et B′ des franges hyperboliques à centre gris, les premières franges, brillante et obscure, ayant une disposition inverse de la précédente.

» Au delà de B′ des franges elliptiques à centre noir.

» On a ainsi une démonstration complète des beaux théorèmes démontrés par M. Gouy. L'expérience est très facile, non seulement à cause de la facilité du réglage, mais encore parce que la position de la frange centrale est indiquée par la forme même du phénomène. On n'a à étudier que l'éclairement au centre comparé à celui des points voisins, et non la disposition des couleurs, parfois si difficile à observer. L'expérience réussirait même en lumière homogène. »

OPTIQUE. — *Sur les globes diffuseurs transparents.* Note de M. **Frédureau**, présentée par M. A. Potier.

« La lumière de l'arc électrique éblouit les yeux et donne des oppositions violentes d'ombre et de lumière. Les points de l'espace placés au-dessous du foyer, c'est-à-dire précisément là où il y a besoin de lumière, sont obscurcis par les ombres des supports, des cendriers et des charbons eux-mêmes.

» Deux moyens sont employés jusqu'ici pour remédier à ces inconvénients :

» Tantôt on distribue les arcs de manière à croiser leurs directions d'intensité lumineuse maximum, ce qui oblige, dans les espaces restreints, à en employer un nombre plus grand que le strict nécessaire; tantôt on fait usage de globes dépolis qui diffusent la lumière, mais en absorbent une quantité considérable. (Les expériences de M. Wedding, sur les globes dépolis des arcs des rues à Berlin, indiquent une absorption variant de 41 à 53 pour 100). Les globes opalins absorbent d'ailleurs d'autant plus, qu'ils agissent plus efficacement au point de vue de la diffusion.

» Les globes que j'emploie remédient aux deux graves inconvénients indiqués ci-dessus.

» Ils se composent, en principe, d'enveloppes en verre ou en cristal transparent, munies sur leur surface extérieure d'anneaux prismatiques

parallèles et perpendiculaires à l'axe du globe. Leur forme générale rappelle donc celles des anneaux catadioptriques des phares, mais la répartition de lumière qu'ils produisent est toute différente. Les faces de ces anneaux sont de révolution autour d'un axe vertical, et calculées de manière à produire :

» 1° La concentration de la lumière vers la zone de l'espace située audessous du foyer, par la réflexion des rayons du foyer intérieur sur la face supérieure transparente des anneaux ;

» 2° La diffusion, par les réflexions et réfractions diverses produites par l'action réciproque des anneaux les uns sur les autres.

» Ces anneaux sont établis notamment suivant les deux systèmes établis ci-après :

» 1° *Faces supérieures* en paraboloïdes de révolution, les paraboloïdes successifs ayant un même foyer, qui est le centre du globe.

» *Faces inférieures* planes, perpendiculaires à l'axe. Les rayons sont réfléchis par la face supérieure sur la face inférieure et sortent sans dispersion.

» 2° *Faces supérieures* coniques, formant, avec les rayons issus du foyer, un angle au moins égal à l'angle limite.

» *Faces inférieures.* — Ces faces devraient, pour éviter toute dispersion, être taillées suivant des portions de tore; mais il est suffisant, en pratique, de les tailler suivant des surfaces coniques ayant le foyer lumineux comme sommet.

» Il résulte de cette disposition d'anneaux prismatiques en série parallèle :

» 1° Que le point lumineux est transformé, pour l'œil placé extérieurement, en un large faisceau supportable à la vue, dont la longueur est égale à celle du globe.

» 2° Que les rayons lumineux sont, d'une manière générale, réfléchis dans la zone inférieure de l'espace, *sans dispersion*, et qu'il y a ainsi un cône inférieur de *lumière* au lieu d'un cône d'*ombre;*

» 3° Que le reste de la lumière est diffusé dans l'espace, suivant une loi continue, et qu'on évite ainsi l'opposition excessive des ombres.

» Ces enveloppes, au lieu d'être taillées, peuvent être moulées sous pression, de manière que les arêtes des anneaux prismatiques soient suffisamment vives. Le prix de fabrication est sensiblement supérieur à celui des globes dépolis, surtout pour les grandes dimensions, mais on obtient, par contre, un résultat que les globes dépolis sont impuissants à donner et l'on économise les pertes considérables occasionnées par l'absorption de ceux-ci.

» Ces globes ont, en outre, l'avantage de modifier la tonalité de la lumière et de la rendre beaucoup moins fatigante pour les yeux; l'arc voltaïque devient non seulement supportable, mais agréable, même dans les appartements.

» Les explications ci-dessus s'appliquent également aux lampes à incandescence d'un usage si répandu actuellement. Pour celles-ci, on peut varier les formes; on peut donner aux enveloppes les formes sphérique, conique, ovoïde, cylindro-sphérique, hémisphérique. C'est une simple question de calculs d'angle et de moule.

» Le résultat obtenu est toujours le même, c'est-à-dire :

» Transformation du filament lumineux en un large faisceau de la hauteur de l'enveloppe.

» Distribution de la lumière dans la zone inférieure de l'espace et, en même temps, diffusion importante qui modifie l'impression produite sur l'œil et permet, sans fatigue pour la vue, l'emploi de foyers plus intenses et, par suite, plus économiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une relation entre la chaleur moléculaire et la constante diélectrique.* Note de M. **Runolfsson**, présentée par M. Lippmann.

« Depuis longtemps on a fait remarquer une certaine analogie entre les quantités calorifiques et les quantités électriques correspondantes, telles que la température et le potentiel, la conductibilité calorifique et la conductibilité électrique, la capacité calorifique et la capacité électrique. A ce que je crois, il y a, entre ces quantités, non seulement une relation apparente, mais un rapport bien déterminé, fonction de la température seulement, par conséquent constant à une température donnée.

» Concernant la relation entre les capacités calorifiques et électriques, *le produit du poids moléculaire et de la chaleur spécifique, divisé par la constante diélectrique, est constant* (du moins à une température donnée) et le même pour tous les corps, soit à l'état solide, liquide ou gazeux. A la température ordinaire, cette constante est approximativement égale à 6,8, quand on pose l'équivalent de l'hydrogène égal à 1, et la chaleur spécifique est évaluée en petites calories.

» Quant aux gaz, le produit du poids moléculaire et de la chaleur spécifique sous pression constante est à peu près égal à 6,8, et leur constante diélectrique égale à 1.

» Relativement aux corps solides et liquides, quelques exemples montreront que l'on peut calculer la constante diélectrique k, ou l'indice de réfraction $\sqrt{k}$, quand on a donné le poids moléculaire M et la chaleur spécifique C.

		M.	C.	MC.	$k = \frac{MC}{6,8}$.	$\sqrt{k}$.
Benzine................	$C^6H^3 =$	39	0,3932	15,3348	2,255	1,502
Sulfure de carbone.......	$C^2S^4 =$	76	0,2352	17,8752	2,6287	1,621
Essence de térébenthine..	$C^5H^4 =$	34	0,4106	13,9604	2,0530	1,433
Alcool.................	$C^2H^3O =$	23	0,5475	12,5925	1,8518	1,361
Soufre.................	$S^{12} =$	192	0,1776	34,0992	5,0146	2,239
	$S^{10} =$	160	0,1776	28,4160	4,1788	2,044
	$S^9 =$	144	0,1776	25,5744	3,7610	1,940

» Suivant qu'on admet, pour la molécule de soufre, S^{12}, S^{10} ou S^9, on a ainsi successivement les trois constantes diélectriques et les trois indices de réfraction principaux. La même règle s'applique aux autres corps biréfringents; différents multiples des équivalents correspondent aux différents indices principaux, et quant aux corps qui donnent une constante diélectrique plus grande que le carré de l'indice de réfraction, un certain poids moléculaire « correspond à la constante diélectrique », un autre à l'indice de réfraction. Ainsi M. Bouty a trouvé la constante diélectrique de l'alcool égale à 7,93, qui, à peu près, correspond à un poids moléculaire $4C^2H^3O = 92$, tandis que M. Rosa a trouvé la constante égale à 25,7, correspondant à un poids moléculaire $12C^2H^3O = 276$. Pour le spath d'Islande, on a

M.	C.	MC.	$\frac{MC}{6,8}$.	$\sqrt{\frac{MC}{6,8}}$.
$Ca^2C^2O^6 = 100$......	0,186	18,6	2,7353	1,653
$\frac{4}{5}Ca^2C^2O^6 = 80$......	0,186	14,88	2,1882	1,479

tandis qu'on a trouvé la constante diélectrique égale à 7 à 8, correspondant à un poids moléculaire trois fois plus grand.

» Cette loi s'applique non seulement aux corps isolants ou mauvais conducteurs, mais aussi aux métaux. La racine carrée de $\frac{MC}{6,8}$ donne l'indice de réfraction des métaux, tel qu'il est pour des grands angles d'incidence, voisins de l'angle de polarisation, et à la lumière rouge.

	M.	C.	MC.	$\frac{MC}{6,8}$.	$\sqrt{\frac{MC}{6,8}}$.
Or..........	$Au^2 = 196,6$	0,0324	6,3698	0,9367	0,968
Argent.......	$Ag = 108$	0,0570	6,1560	0,9053	9,951
Cuivre.......	$Cu^2 = 63,6$	0,0952	6,0542	0,8904	0,944

» Cependant, le nombre des équivalents dans la molécule des métaux très réfractifs (mauvais conducteurs) doit être considérable et, comme leur indice de réfraction n'est guère exactement déterminé, c'est bien la forme cristalline qui devait aider à trouver le poids moléculaire.

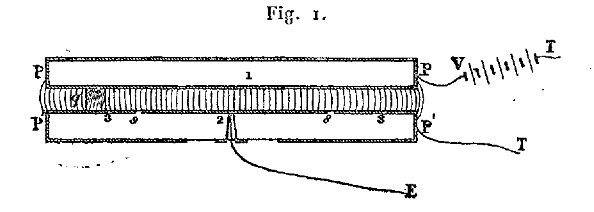
» D'ailleurs, la chaleur spécifique et surtout sa variation avec la température sont trop mal déterminées pour qu'on puisse attendre un accord parfait entre la théorie et les valeurs numériques actuelles qui se rapportent à différents échantillons et différentes températures. Pour ces raisons, les valeurs du rapport $\frac{MC}{K}$ ne peuvent pas actuellement être connues plus exactement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi des condensateurs à anneau de garde et des électromètres absolus.* Note de M. **P. Curie**, présentée par M. Lippmann.

« Nous nous sommes servis, mon frère et moi, dans diverses recherches, d'un *condensateur à anneau de garde,* dans lequel on employait comme plateaux deux plaques de verre argentées.

» Les plateaux PP, P'P' (*fig.* 1) étaient séparés par trois cales de quartz q. L'argenture de la face intérieure de l'un des plateaux était divisée en une portion centrale (2) et un anneau de garde (3), à l'aide d'un trait

Fig. 1.



circulaire de quelques dixièmes de millimètre de large *ss* tracé dans l'argenture. Ce trait constituait le sillon de l'anneau de garde. L'avantage de cet appareil est de réaliser d'une façon à peu près parfaite et sans qu'il soit nécessaire de faire aucune correction le condensateur théorique ([1]).

» Nous avons d'abord employé cet instrument dans des recherches d'électricité statique, en portant le plateau P (*fig.* 1) à un certain poten-

([1]) Nous employons cet instrument depuis 1883. Voir J. Curie, *Comptes rendus*, 1886 et journal *La lumière électrique*, 1888. M. Abraham s'est servi récemment de cet instrument et a donné une méthode très précise pour mesurer la distance des plateaux. (*Comptes rendus*, 1892. Thèse à la Faculté des Sciences.)

tiel V avec une pile, l'anneau de garde étant à terre, et en mesurant la quantité d'électricité nécessaire pour maintenir la portion centrale de P′ au potentiel zéro. Mais, dans ces conditions, l'appareil est mal isolé. Le sillon *s*, qui sépare l'anneau de garde de la portion centrale du plateau P′, devient conducteur sous l'influence de l'humidité de l'air et cette conductibilité est généralement accompagnée d'une petite force électromotrice; enfin, la conductibilité du verre lui-même n'est pas négligeable ([1]).

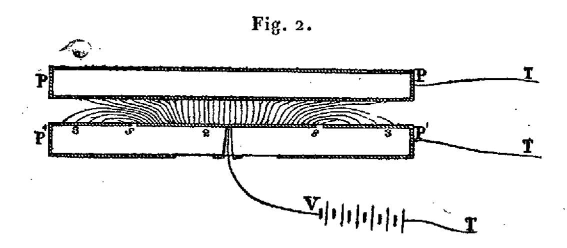
» Pour éviter ces inconvénients, nous avons employé le condensateur (*fig.* 2) en chargeant au potentiel *v* la portion centrale du plateau P′, l'anneau de garde étant toujours à terre, et en mesurant l'électricité qu'il fallait fournir au plateau P pour qu'il reste au potentiel zéro.

» En vertu d'un théorème connu d'électricité statique, les quantités d'électricité mesurées sont les mêmes dans les deux modes opératoires, bien que dans le second la distribution des lignes de force soit très compliquée (nous avons représenté d'une manière schématique sur les *fig.* 1 et 2 la disposition des lignes de force).

» En opérant par la seconde méthode, c'est le plateau P très bien isolé par les cales de quartz parallèle qui est en relation avec les appareils de mesure et l'instrument fonctionne parfaitement.

» Je me suis demandé si le même artifice pouvait être employé avec

Fig. 2.



l'*électromètre absolu à anneau de garde*, c'est-à-dire si l'on pouvait indifféremment l'employer par la méthode ordinaire ou bien charger la portion centrale du plateau P′ (*fig.* 2), laisser l'anneau de garde et le plateau P en relation avec la terre et mesurer l'attraction qui s'exerce sur le plateau P.

» La pression électrostatique étant proportionnelle au carré de la den-

---

([1]) Ces causes de trouble, qui peuvent avoir une influence appréciable dans des expériences d'électricité statique, ne peuvent évidemment produire aucun effet dans des expériences avec un galvanomètre. M. Abraham a, du reste, vérifié par expérience qu'il en était bien ainsi.

sité électrique, il semble, au premier abord, que les forces d'attraction doivent être fort différentes dans les deux cas. On parvient, au contraire, à se rendre compte qu'elles sont presque exactement les mêmes, parce qu'il se fait une sorte de compensation dans la distribution des densités. Cette quasi-identité rend légitime l'emploi du nouveau mode opératoire. Le terme de correction très petit qui pourrait être nécessaire peut, en effet, être évalué par expérience dans une étude préalable. Il suffit, pour cela, de faire trois mesures : la première, avec la portion centrale seule du plateau P′ au potentiel v, l'anneau de garde et le plateau P étant à la terre; la deuxième, avec tout le plateau P′ au potentiel v; la troisième, avec l'anneau de garde au potentiel v, la portion centrale étant à terre.

» Désignons par F_1, F_2, f les forces obtenues respectivement dans ces trois cas, on a exactement

$$F_1 + F_2 - f = 2\varphi,$$

φ étant la force que donnerait l'attraction de la portion centrale du plateau P′ mesurée par la méthode ordinaire pour le même champ électrique. Le terme de correction à appliquer à la première mesure sera $\varphi - F_1$.

» On pourrait, dans ces conditions, suspendre le plateau continu PP à l'extrémité d'une balance et mesurer avec cet instrument la force d'attraction. La sensibilité étant fortement augmentée par la présence du champ électrique, il conviendrait de baisser le centre de gravité du fléau; une balance munie d'un microscope et d'un micromètre s'adapterait parfaitement à ce genre de mesure et permettrait de faire varier la distance des plateaux en inclinant le fléau et en lisant le déplacement au micromètre. On supprimerait ainsi l'emploi de la vis micrométrique.

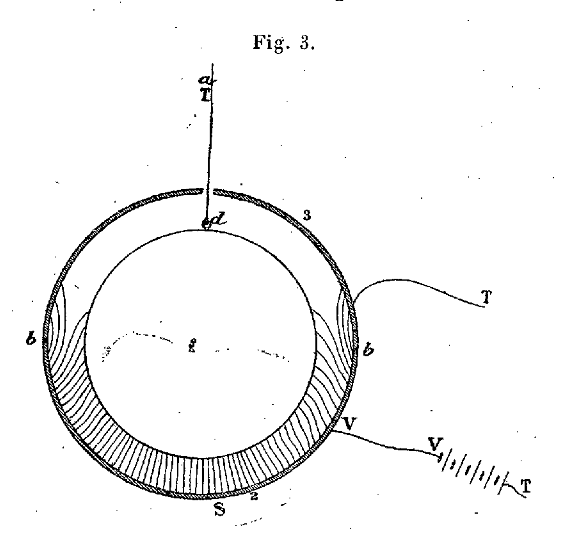
» Je pense qu'employé sous cette forme l'électromètre absolu deviendrait un instrument plus précis et plus commode.

» On voit que, dans cette méthode, on rend solidaires au point de vue matériel la portion centrale et l'anneau de garde du plateau P′, tandis qu'au contraire on les sépare au point de vue électrique en les portant à des potentiels différents.

» Le même principe peut servir à transformer le fonctionnement de tous les instruments employés en électricité statique. Considérons par exemple le cas de *l'électromètre sphérique* de M. Lippmann. On séparerait (*fig.* 3) électriquement les deux hémisphères de la sphère extérieure par exemple, en portant l'hémisphère inférieur au potentiel v, l'hémisphère supérieur étant maintenu en relation avec la terre. Les deux hémisphères

sont toutefois matériellement solidaires, une matière isolante *bb* les unit suivant un grand cercle. La sphère intérieure, suspendue par le fil métallique *ad* à l'extrémité du fléau d'une balance, est maintenue tout entière au potentiel zéro. La distribution des lignes de force doit être fort com-

Fig. 3.



pliquée, cependant l'action verticale sur la sphère intérieure est donnée rigoureusement par la formule relativement simple

$$F = \frac{3}{8} v^2 \frac{r}{R - r} \frac{R^3}{R^3 - r^3},$$

R et r représentant les rayons des deux sphères.

» Si l'on séparait électriquement la sphère intérieure en laissant toute la sphère extérieure au potentiel zéro, on trouverait

$$F = \frac{3}{8} v^2 \frac{R}{R - r} \frac{r^3}{R^3 - r^3}.$$

» Ces formules sont fort différentes de celles qui conviennent à l'électromètre sphérique avec la disposition normale. Les deux méthodes donnent cependant la même force dans le cas où $R - r$ est très petit par rapport à R.

» Pour établir ces formules, il est nécessaire de calculer la dérivée $\frac{dc}{de}$ où c représente la capacité réciproque de l'une des sphères avec la moitié de l'autre sphère et e un déplacement vertical de la sphère intérieure. Ce

calcul se fait facilement à l'aide des images électriques et en suivant la méthode de Murphy. »

CHIMIE. — *Sur la densité de l'oxyde de carbone et le poids atomique du carbone*. Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann [1].

« J'ai repris la détermination de la densité de l'oxyde de carbone par rapport à l'air, par la méthode et au moyen des appareils déjà décrits [2].

» J'ajouterai seulement que j'ai dû, depuis mes premières expériences, reconstruire mon baromètre, changer de cathétomètre, de balance et de poids, ce qui m'a obligé à déterminer de nouveau le poids de l'air normal qui remplit mon ballon à densités.

» L'oxyde de carbone est préparé au moyen de l'acide oxalique et de l'acide sulfurique. Un ballon de 1^{lit}, muni d'un bouchon rodé portant le tube abducteur, est presque complètement rempli par le mélange. Il ne se produit aucun boursouflement si l'on chauffe avec précaution ; l'expérience peut se renouveler plusieurs fois sans recharger l'appareil.

» Un tube barométrique, soudé au tube abducteur, laisse échapper le gaz en excès. Je crois inutile d'insister sur les avantages que présente cette disposition.

» Le gaz traverse successivement deux colonnes de pierre ponce imbibée d'une solution saturée de potasse, un barbotteur et une colonne de potasse concassée (fondue spécialement), puis achève de se dessécher sur l'acide phosphorique anhydre.

» Je me suis assuré de l'absorption complète de l'acide carbonique : le gaz ne trouble pas de l'eau de chaux. L'air est d'ailleurs complètement éliminé par le vide plusieurs fois répété.

» Trois expériences m'ont donné successivement, pour le poids d'oxyde de carbone remplissant mon ballon à 0° et à la pression de 760^{mm} de mercure :

$2^{gr},8470$		
2,8468	Moyenne....................	2,8469
2,8469		

(1) Travail exécuté au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus* du 27 juillet 1891.

» Cette concordance, aussi parfaite que je pouvais l'espérer, montre que le gaz étudié est bien pur.

» Le poids d'air remplissant ce même ballon dans les mêmes conditions est

$$2^{gr},9440.$$

» La densité de l'oxyde de carbone est donc

$$0,96702,$$

ou simplement, eu égard aux erreurs que comporte l'expérience,

$$0,9670.$$

» Bien que je retrouve ici le nombre 0,967 admis par tous les auteurs, ces expériences me paraissent avoir un grand intérêt, parce qu'elles fournissent un contrôle précieux de mes précédentes déterminations.

» Nous pouvons, en effet, calculer la composition de l'oxyde de carbone, et par suite le poids atomique du carbone, en admettant que ce gaz ait à 0° le même volume moléculaire que l'oxygène. A la vérité, l'oxyde de carbone est un peu plus difficile à liquéfier que l'oxygène, et, par conséquent, son volume moléculaire doit être un peu plus grand que celui de ce dernier gaz; mais les différences qui en résultent sont vraisemblablement bien petites, et peut-être de l'ordre des erreurs d'expérience.

» En admettant pour le poids atomique de l'oxygène le nombre 15,88, qui résulte de mes précédentes mesures, on a donc, pour le poids moléculaire de l'oxyde de carbone,

$$2 \times 15,88 \times \frac{0,96702}{1,10503} = 27,793,$$

d'où, le poids atomique du carbone :

$$11,913.$$

» D'après ce qui précède, ce nombre est nécessairement approché par défaut, mais il doit être très approché.

» Il coïncide, en effet, aussi parfaitement que possible avec ceux de M. Van der Plaat et de M. Friedel, déduits de la synthèse de l'acide carbonique : ces deux savants donnent, en prenant pour base le poids atomique 16 pour l'oxygène, les nombres 12,005 et 12,007 qui, rapportés à 15,88, deviennent

$$11,915 \quad \text{et} \quad 11,917.$$

» *Première remarque.* — Il n'est pas impossible (quoique peu probable) que, dans ces dernières expériences, des traces d'acide carbonique aient échappé aux absorbants, ce qui aurait pour effet d'élever le poids atomique du carbone; je n'ai d'ailleurs moi-même qu'une confiance limitée dans ma dernière décimale. Mais, si nous admettons ces résultats tels que les fournit l'expérience, le rapport des volumes moléculaires de l'oxyde de carbone et de l'oxygène est

$$\frac{27,796}{27,793} = 1,0001.$$

» Rappelons que, d'après mes expériences antérieures, le rapport des volumes moléculaires de l'hydrogène et de l'oxygène est voisin de 1,002.

» *Deuxième remarque.* — Je ne crois pas qu'il puisse subsister aucun doute sur la densité de l'oxygène (1,1050). Ce doute serait levé en tous cas par les expériences actuelles.

» En effet, si l'on admettait le nombre de Regnault (1,10563), on obtiendrait pour le poids atomique du carbone 11,897. Ce nombre est trop éloigné de ceux qui ont été obtenus par tous les chimistes, et en particulier par MM. Friedel et Van der Plaat, pour être pris en considération.

» *Troisième remarque.* — Je m'étais proposé de déterminer la densité des six gaz les plus difficiles à liquéfier. Je crois inutile aujourd'hui d'opérer sur le formène. Il suffira de calculer sa densité d'après son poids moléculaire. On obtient ainsi

$$\frac{15,916 \times 1,10503}{2 \times 15,88} = 0,55376,$$

et, si l'on tient compte de ce que le formène est plus facile à liquéfier que l'oxygène, on est porté à admettre le nombre 0,554, qui est notablement inférieur à ceux que l'on admet généralement (0,558-0,559).

» Il est probable que les mesures n'ont jamais porté sur le gaz pur : l'exagération de la densité s'explique par la présence d'autres carbures, tous plus denses que le formène. »

CHIMIE. — *Réduction critique des déterminations fondamentales de Stas sur le chlorate de potasse.* Note de M. G. **Hinrichs.**

« Stas a combiné ses déterminations par la méthode usuelle, celle des moyennes. De plus, pour relier les métaux à l'oxygène, il a fait un usage

exclusif de la dissociation des chlorates. C'est surtout la réduction du chlorate de potasse qui sert de base à ses calculs; il l'a effectuée huit fois, par voie sèche et par voie humide.

» Nous trouvons les résultats de ces déterminations individuelles dans les travaux de Sebelien (1) et de Ostwald; le dernier (2) en déduit (pour $O = 16$) $KaCl = 74,5902$ avec une *erreur probable* de 0,0045.

» Comme Meyer et Seubert (3), M. Ostwald prend la somme totale du chlorate de potasse, soit $487^{gr},6605$, et la somme correspondante de l'oxygène (perte), $313^{gr},8175$; de ces deux nombres, on déduit la valeur citée : 74,5902. Mais, après avoir combiné les déterminations individuelles par sommation pure et simple, elles sont remplacées par la seule détermination des sommes totales. On ne peut donc déterminer aucune erreur probable, et le résultat d'un tel calcul serait purement fictif.

» En tout cas, on doit faire la critique des faits observés avant d'effectuer aucun calcul afin de voir s'il n'y a pas d'erreurs systématiques. Or il résulte de cet examen que les résultats directs obtenus par Stas sont fonction du poids de chlorate employé; donc même la méthode des moyennes n'est pas applicable dans ce cas.

» L'analyse des faits ne demande d'autre calcul que celui du poids atomique usuel et la représentation graphique des valeurs obtenues.

» Les données immédiates de l'expérience sont le poids p de chlorate de potasse employé et le poids r du résidu obtenu de chloride de potasse. L'inconnue vraie est le poids atomique de l'oxygène, O, c'est-à-dire

$$O = \frac{Ka + Cl}{3} \frac{p - r}{r}.$$

» Dans l'examen critique des observations, il suffit de prendre pour ces calculs les valeurs usuelles de Ka, 39 et Cl, 35,5. Même d'après les réductions prétendues exactes, ces valeurs communes s'approchent jusqu'à $\frac{1}{1000}$ du total. Si ces petites déviations étaient réelles, notre courbe serait tout simplement déplacée d'une très petite quantité dans le sens des ordonnées représentant le poids atomique de l'oxygène, sans modification aucune dans la forme. Voici les résultats :

---

(1) John Sebelien, *Beiträge zur Geschichte der Atomgewichte*. Braunschweig, 1884; p. 84. Cet Ouvrage a été couronné par l'Université de Copenhague, 1882.

(2) *Lehrbuch, Allg. Chemie*, I Bd., p. 31; 1891.

(3) *Die Atomgewichte der Elemente*, p. 3-4; Leipzig, 1883.

EXPÉRIENCES DE STAS SUR LE CHLORATE DE POTASSE.

Valeur de O *calculée pour* Ka + Cl = 74,5.

Voie.	Nos	Chlorate pris.	Chloride trouvé.	Valeur de O calculée.
Sèche.......	1	68,8730	42,5094	15,9854
»	2	82,1260	49,9648	15,9846
»	3	86,5010	52,6305	15,9816
»	4	132,9230	80,8800	15,9792
»	5	127,2125	77,4023	15,9808
Humide......	1	59,7270	36,3440	15,9773
»	2	95,7975	58,2955	15,9747
»	3	147,3180	89,6340	15,9815

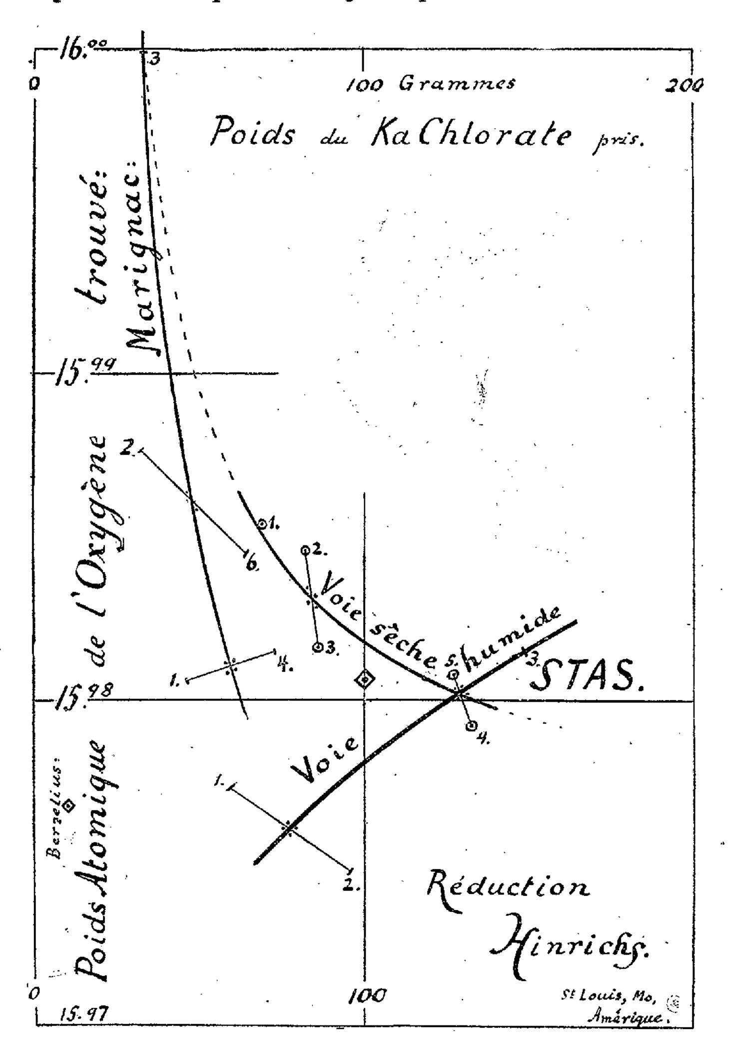
» Dans la figure ci-jointe, les valeurs de O sont prises comme ordonnées, celles du poids de chlorate employé étant les abscisses. On voit que les valeurs du poids atomique de l'oxygène sont fonction du poids total employé pour le trouver. Cela veut dire que Stas ne l'a pas trouvé par le procédé au chlorate. Plus on prend de chlorate, plus le poids atomique trouvé, par voie sèche, diminue; par voie humide, le résultat est opposé. Voir les courbes tracées combinant les expériences voisines 2 et 3, 4 et 5 par voie sèche et aussi 1 et 2 par voie humide. Comme nous avons affaire à des déterminations extrêmement soignées, l'échelle des poids atomiques est assez considérable; l'unité H = 1 aurait 4350^{mm} et le poids commun de l'oxygène 16 aurait 69600^{mm}, soit environ 70^{m}.

» Il ne faut pas perdre de vue que notre discussion porte sur les quelques millimètres de notre figure, terminant les 70^{m} qui représentent le poids atomique de l'oxygène sur l'échelle adoptée. C'est assez montrer et la haute précision de la Chimie pure et la nécessité d'insister sur l'imperfection d'une méthode.

» Les déterminations de Marignac sont représentées sur la figure d'après les données rapportées par Sebelien. On voit que la courbe pointillée, marquant la continuation de la partie représentant les observations de Stas, s'accorde très bien avec la courbe de Marignac. Opérant comme il a fait, Stas aurait donc trouvé O = 16 s'il avait pris 30^{gr} à 35^{gr} de chlorate, par voie sèche.

» Vu ces courbes, la moyenne générale O = 15,9806 des déterminations de Stas, correspondant à la moyenne de 100^{gr} de chlorate employé, ne possède aucune valeur scientifique. Comme Stas posa O = 16, l'écart

— 0,0194 ou — 0,02 a été porté par lui sur la valeur de KaCl qui par là a été élevée de 74,5 (valeur commune de nos calculs) à 74,59. Par l'analyse du chlorure d'argent, l'erreur de la moyenne fictive du procédé au chlorate est portée au poids atomique de l'argent; par l'enchaînement continue tant



vanté, mais tout contraire à l'esprit de l'induction, tous les poids atomiques de Stas sont devenus inexacts.

» Disparaissent donc toutes les conclusions scientifiques basées sur la précision fictive de ces données.

» Le seul fait positif établi par les déterminations de Stas et celles aussi

dignes de considération de Marignac, c'est que le procédé au chlorate ne peut pas légitimement être appliqué à la détermination du poids de l'oxygène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un chloroiodure de carbone*. Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« Je rappelle que j'ai obtenu les chloroiodures de silicium du type SiX^4 par trois réactions principales :

» 1° Action simultanée du chlore et de l'iode ou de chlorure d'iode en vapeur sur le silicium cristallisé au rouge;

» 2° Action de l'iode sur le silicichloroforme à 250° en tubes scellés;

» 3° Action de l'acide iodhydrique gazeux sec sur le chlorure $SiCl^4$ à une température voisine du rouge.

» J'ai tenté d'obtenir les chloroiodures de carbone du type CX^4 par des méthodes analogues aux deux dernières, la première ne pouvant pas convenir puisque le chlore et l'iode n'ont séparément pas d'action sur le carbone.

» L'action de l'iode sur le chloroforme, action sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir prochainement, ne m'a pas permis d'isoler de produit de substitution iodé; celle de l'acide iodhydrique sec sur le chlorure de carbone CCl^4, soit en tubes scellés, soit en dirigeant le mélange des vapeurs sur de la pierre ponce chauffée sur une grille à analyse, m'a fourni, avec mise en liberté d'une grande quantité d'iode, un peu d'iodoforme, comme l'avait déjà constaté M. Walfish, par l'action de l'acide iodhydrique aqueux sur le chlorure en tube scellé, et une petite quantité d'un liquide qui rappelle par ses propriétés physiques le chloroiodure CCl^3I que je vais décrire. J'ai dû abandonner sa préparation par cette méthode à cause de la faiblesse et de l'incertitude du rendement qui a toujours été très faible.

» J'ai repris alors l'action de l'iodure d'aluminium sur le chlorure CCl^4 qui avait permis à Gustavson de préparer l'iodure de carbone CI^4, mais j'ai pris soin d'opérer en présence d'un grand excès de chlorure; celui-ci additionné de son poids de sulfure de carbone sec, afin de modérer la réaction, est maintenu à 0° et on y projette, par petites portions, l'iodure d'aluminium en évitant l'accès de l'air. On laisse ainsi la réaction s'accomplir lentement, condition nécessaire au succès de l'opération. Après un ou deux jours, on sépare à la trompe le liquide fortement coloré par de l'iode, on le traite par une dissolution alcaline étendue, on le sèche et on le fractionne.

» Quand le sulfure de carbone et le chlorure inaltéré ont distillé, la température d'ébullition s'élève rapidement à 142° et l'on recueille un liquide qui se colore fortement par de l'iode; on le décolore à nouveau par une dissolution alcaline et le purifie par des distillations dans le vide.

» On obtient ainsi un liquide jaune clair qui répond à la composition CCl^3I, comme le montre l'analyse suivante, dans laquelle la teneur en chlore et iode a été déterminée par analyse indirecte :

Poids de substance.			Théorie pour CCl^3I.
$0^{gr},428$	Cl pour 100	42,55	43,38
	I pour 100	52,52	51,73
$1^{gr},185$	C pour 100	4,97	4,88

» Il se solidifie sous l'action du froid et le solide obtenu fond vers $-19°$; sa densité à 17° est égale à 2,36.

» Il distille dans l'air ou dans un gaz inerte vers 142°, en même temps qu'il est partiellement décomposé avec mise en liberté d'iode et formation de sesquichlorure de carbone $2(CCl^3I) = C^2Cl^6 + I^2$; la distillation dans le vide se fait sans décomposition sensible. Son odeur est aromatique mais sa vapeur agit énergiquement sur les muqueuses et provoque le larmoiement; à l'air, il y a rapidement mise en liberté d'iode en même temps que le produit prend une forte odeur d'oxychlorure de carbone. On ne peut même pas conserver ce corps dans un gaz inerte, il y a mise en liberté d'iode et formation de sesquichlorure; la lumière favorise cette décomposition qui semble s'arrêter au bout d'un certain temps. En présence du mercure, même à froid, celui-ci s'emparant de l'iode, il y a formation de sesquichlorure et la décomposition est totale au bout de quelques heures.

» En résumé, ce qui caractérise ce chloroiodure CCl^3I au point de vue chimique, c'est la facilité avec laquelle il perd de l'iode pour donner du sesquichlorure.

» Dans l'action de l'iodure d'aluminium sur le chlorure de carbone CCl^4, il se forme encore d'autres produits de substitution iodés que je n'ai pas isolés à l'état de pureté à cause de la faiblesse du rendement et de leur instabilité à la distillation. Ces produits de substitution CCl^2I^2 et $CClI^3$ seraient, le premier liquide, le second solide à la température ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur les alcools.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. H. Moissan.

« Les premières tentatives d'éthérification de l'acide fluorhydrique, par l'alcool sont dues à Scheele et remontent à la fin du siècle dernier. Plusieurs fois reprises par Gehlen, par Reinsch et par M. Young, avec divers alcools, soit à froid, soit à l'ébullition, ces recherches demeurèrent sans résultat.

» Les importants travaux de M. Berthelot sur l'éthérification, et, en particulier, ceux de M. Villiers, sur l'éthérification des hydracides, permettent d'expliquer ces insuccès, si l'on considère les propriétés des éthers fluorhydriques, et la place que les recherches de M. Moissan ont assignée au fluor dans le groupe des halogènes. Toutefois, par plusieurs de ses propriétés, l'acide fluorhydrique semble s'écarter des trois acides halogénés, et il m'a paru intéressant d'entreprendre l'éthérification directe de cet acide.

» J'ai repris d'abord les expériences de Scheele et de Reinsch avec l'alcool éthylique à l'ébullition, mais en ayant soin d'employer de l'alcool absolu et de l'acide fluorhydrique anhydre; l'éther fluorhydrique étant gazeux jusqu'à — 35°, j'ai pris les dispositions nécessaires pour recueillir le gaz s'il venait à se produire. Dans ces conditions, j'ai constaté que l'acide fluorhydrique était sans action sensible sur l'alcool bouillant, et qu'en chauffant pendant six heures 1 molécule de chacun de ces corps, on n'obtenait aucune quantité d'éther fluorhydrique.

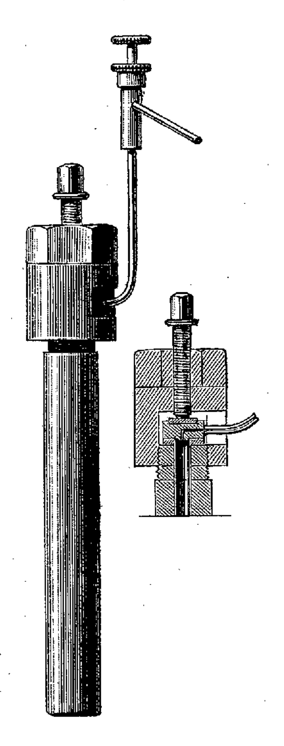
» Il devenait donc nécessaire d'opérer à une température plus élevée, et vraisemblablement sous de fortes pressions.

» Après de nombreux essais, rendus difficiles par l'action de l'acide fluorhydrique sur le verre et sur la plupart des métaux usuels, surtout à température élevée, je me suis arrêté à l'appareil suivant, qui permet d'opérer sous de très fortes pressions et de recueillir aisément les produits gazeux de la réaction.

» Un tube de cuivre, fermé d'un bout et doublé intérieurement de platine, est terminé, à sa partie ouverte, par une bague épaisse et large. La partie supérieure de celle-ci, soigneusement dressée, est, de même, garnie de platine.

» Ce tube s'emboîte exactement dans un tube d'acier foré, muni à son orifice d'un

filetage extérieur sur lequel vient se visser une tête également en acier. La fermeture du tube intérieur est obtenue au moyen d'une masse de cuivre rouge tournée avec soin et dorée; on l'introduit par une fenêtre pratiquée dans la tête de l'appareil.



» Un disque d'acier reçoit l'effort d'une vis de pression à laquelle la tête d'acier sert d'écrou et permet d'écraser la masse de cuivre sur la bague du tube.

» Afin de pouvoir recueillir les gaz, on a pratiqué dans cette sorte de bouchon un canal étroit qui vient sortir latéralement et se continue par un tube de cuivre; un robinet à pointeau, muni d'un presse-étoupe, termine ce tube.

» L'appareil est chauffé dans un bain d'huile vertical de M. Berthelot.

» Nous avons exécuté, à l'aide de cet appareil, un certain nombre d'expériences, sur plusieurs alcools et à des températures différentes : nous en indiquerons seulement ici les résultats au point de vue de la préparation des éthers fluorhydriques, nous réservant de donner, dans une prochaine Communication, une étude plus complète des vitesses d'éthérification de l'acide fluorhydrique, dans diverses conditions et par différents alcools.

» *Formation des éthers fluorhydriques.* — Avant 130°, l'acide fluorhydrique anhydre est sans action sensible sur l'alcool absolu. Nous avons

pu chauffer, pendant six heures, à 110°, un mélange formé de 1 molécule d'alcool et de 2 molécules d'acide, sans obtenir aucun dégagement gazeux.

» A 140°, l'éthérification commence à se produire, mais elle est extrêmement faible, et, après six heures, elle n'a porté que sur un à deux centièmes de l'alcool employé.

» A 170°, le poids de l'alcool éthérifié atteint un cinquième du poids initial.

» Il est préférable d'opérer à la température de 210°-220°.

» La présence d'un excès d'acide fluorhydrique favorise l'éthérification, et, en chauffant à cette température un mélange composé de 1 molécule d'alcool et de 4 molécules d'acide, nous avons pu éthérifier en trois heures le tiers environ de l'alcool, et recueillir aisément plusieurs litres de gaz.

» Par l'analyse, par l'étude des différentes propriétés, nous avons pu identifier ce gaz avec l'éther éthylfluorhydrique.

» En substituant à l'alcool éthylique les alcools propylique, isopropylique, etc., nous avons pu obtenir, dans les mêmes conditions et en grande quantité, les différents éthers fluorhydriques gazeux : fluorure de propyle, fluorure d'isopropyle, etc.

» Pour débarrasser ces gaz de la petite quantité d'air primitivement contenue dans l'appareil, et aussi des vapeurs d'acide fluorhydrique, on réunit le robinet de l'appareil à un tube rempli de fragments de fluorure de sodium fondu et suivi d'une ampoule refroidie dans laquelle on liquéfie l'éther fluorhydrique. Il suffit de sortir l'ampoule du bain pour obtenir un dégagement de gaz pur.

» En résumé, l'acide fluorhydrique, comme les autres hydracides, peut être éthérifié par les alcools.

» Cette éthérification est plus lente que celle de l'acide chlorhydrique; elle exige aussi une température beaucoup plus élevée et ne commence guère à se produire que vers 140°.

» A 220°, elle s'effectue rapidement et fournit alors une nouvelle méthode de préparation des éthers fluorhydriques.

» Elle nécessite, il est vrai, l'emploi d'un appareil spécial, mais elle permet d'obtenir rapidement de grandes quantités de ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur le citrène.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**.

« Le mode d'action de l'acide sulfurique sur le citrène, les produits ainsi formés sont très différents de ceux que l'on observe avec le térébenthène. Nous avons ajouté progressivement 146gr d'acide de composition voisine de $SO^3 2HO$ à 1330gr de citrène $C^{20}H^{16}$, bouillant de 175° à 178°; $\alpha_D = +72°40'$. Dès l'addition des premières gouttes d'acide et à chaque agitation on constate une notable élévation de température que l'on est obligé de modérer. L'addition de la seconde moitié de l'acide ne produit plus d'élévation de la température du mélange. L'action paraît terminée par l'addition des premières parties de l'acide. Le mélange, abandonné vingt-quatre heures, ne fournit que de très petites quantités d'acide sulfureux. Il n'y a donc pas de ce fait oxydation sensible du carbure. Cependant tout le citrène a disparu, tous les produits formés sont sans action sur le plan de polarisation de la lumière.

» Ce produit, lavé à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, a été distillé ensuite avec la vapeur d'eau. On a dosé l'acide sulfurique renfermé dans ces eaux de lavage et l'on a retrouvé 126gr d'acide SO^3HO correspondant à environ 140gr de l'acide ajouté au citrène. Il n'y aurait donc eu que 6gr d'acide fixé ou ayant disparu. Les eaux de lavage ne renferment pas d'acide sulfoconjugué.

» Le produit huileux donne à la distillation avec la vapeur d'eau 248gr de carbures passant totalement de 173° à 178° et sur lesquels l'acide sulfurique ordinaire n'a pas d'action à froid. Ce liquide se dissout presque totalement dans l'acide de Nordhausen.

» La partie inattaquée bout de 165° à 168°, résiste à l'action du brome. C'est un carbure saturé $C^{20}H^{20}$ ou $C^{20}H^{22}$. Les acides sulfoconjugués saturés par la baryte donnent : 1° du sulfocyménate de baryte

$$C^{20}H^{13}BaS^2O^6 + 3HO,$$

produit le plus abondant, que l'on purifie facilement en raison de sa faible solubilité; 2° un sel de baryte beaucoup plus soluble que le sulfocyménate, qui cristallise des eaux mères de ce dernier. Il est 6 à 10 fois moins abondant. L'analyse complète de ce sel desséché a donné C = 40°, 21 à 40°, 78; H = 4°, 69 à 4°, 84; Ba = 24°, 5 à 23°, 92; eau de cristallisation 13°, 44, et

conduit à la formule $C^{18}H^{11}BaS^2O^6 + 2H^2O^2$, qui s'accorde avec celle du dérivé correspondant du pseudo cumène bouillant à 166°. La quantité d'eau de cristallisation diffère seulement dans le sel analysé par nous. Dans les eaux mères de ce sel il en existe un troisième peu abondant mais qui n'a pu être purifié pour l'analyse.

» Ce cymène et ce carbure $C^{18}H^{12}$ (pseudo cumène?) qui ont fourni les dérivés précédents, nous semblent préexister dans le citrène, l'oxydation par l'acide sulfurique n'ayant pu fournir à peine que quelques grammes de cymène.

» Une partie du produit, ne distillant pas avec la vapeur d'eau, a été distillée dans un vase métallique. A aucun moment, il ne s'est produit la réaction tumultueuse que l'on observe dans la préparation du térébène. On obtient la formation de très petites quantités d'acide sulfureux due à ce que le citrène contient toujours un peu de térébenthène qui, par l'action de l'acide sulfurique, a été transformé en sulfones.

» En dehors de cette formation peu importante, le produit précédent se sépare en donnant des traces de produit passant de 172° à 180°, inactif. La majeure partie passe de 310° à 320°, c'est du diterpilène ou colophène $C^{40}H^{32}$. Enfin, il reste un résidu solide à froid, formé par des polymères plus élevés et également inactifs du citrène.

» L'acide sulfurique, agissant sur le citrène, fournit donc uniquement des polymères de ce carbure, mais inactifs; le plus abondant est le *diterpilène* $C^{40}H^{32}$. On s'explique ainsi la formation abondante de ce même dérivé dans la préparation du térébène ou camphène inactif. Nous avons montré que l'acide sulfurique, agissant en faible masse sur le térébenthène, se fixait totalement sur ce carbure en donnant des sulfones et qu'en outre une très notable proportion de ce térébenthène, bouillant vers 157°, se transformait en un terpilène lévogyre isomère physique du citrène, bouillant comme lui vers 178°. C'est vraisemblablement ce terpilène qui, par l'action d'acide sulfurique ajouté successivement et non encore combiné au térébenthène, se polymérise en donnant un colophène ou diterpiléne $C^{40}H^{32}$ inactif, identique au produit dérivé du citrène. Le cymène $C^{20}H^{14}$ et le pseudo cumène $C^{18}H^{12}$?, trouvés dans notre essai, préexistaient, au moins en majeure partie, dans les portions de l'essence de citron que nous avons mises en réaction. Au contraire, le cymène que l'on obtient dans la préparation du colophène est produit en même temps que de l'acide sulfureux par la décomposition ignée et tumultueuse des sulfones du térébenthène, dont nous avons précédemment établi l'existence

et le mode de décomposition. La caoutchine, terpilène inactif, agit comme le citrène sur l'acide sulfurique. L'action de l'acide sulfurique sur les camphènes, dont nous terminons l'étude, paraît donner des résultats entièrement différents de ceux que nous avons obtenus soit avec le citrène bivalent, soit avec le térébenthène monovalent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essai du sulfate de quinine et dosage de la quinine en présence des autres alcaloïdes du quinquina.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. Friedel.

« En reprenant, après un grand nombre d'auteurs, l'étude des moyens propres à contrôler la pureté du sulfate de quinine du commerce, et à essayer les quinquinas, j'avais été amené à constater un fait que je croyais inobservé jusque-là : l'indifférence de la phtaléine du phénol vis-à-vis des bases du quinquina et des alcaloïdes en général ([1]). Quelques jours après ma Communication, M. Harsten, au nom de M. Plugge, et un peu plus tard M. Léger ([2]) firent observer qu'ils avaient été les premiers à se servir de la phtaléine comme indicateur pour le dosage des acides des sels d'alcaloïdes. Le droit de priorité appartient bien, en effet, à M. Léger qui, déjà en 1885 ([3]), avait institué ce procédé volumétrique, aussi exact que rapide. Cette légitime réclamation me fournit l'occasion de faire connaître la partie principale de l'étude qui avait donné naissance à mon observation.

» I. *Essai du sulfate de quinine.* — En agitant à la température de 15° à 20° des poids différents du sulfate de quinine du commerce avec un même volume d'eau, j'ai pu constater que les solutions saturées exigent pour le dosage de l'acide total combiné à la quinine, et, par suite, pour le dosage de la quinine elle-même, d'autant plus de potasse déci-normale qu'on a employé une plus grande quantité de sulfate de quinine. De plus, la proportion de potasse consommée suit une progression constante par rapport aux poids de sulfate de quinine en expérience. En effet, on a composé séparément cinq mélanges de 1^{gr}, 2^{gr}, 3^{gr}, 4^{gr}, 5^{gr} de sulfate de quinine dans 100^{cc} d'eau à 20°. Après agitation fréquente pendant une heure

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 512-514.
([2]) *Ibid.*, t. CXV, p. 732.
([3]) *Journ. Pharm. et Chimie*, 1885 ; p. 425.

et filtration à 17° de tous ces mélanges, on a vu que les cinq solutions consommaient : $4^{cc},6$; $5^{cc},3$; 6^{cc}; $6^{cc},7$; $7^{cc},4$ de potasse déci-normale. Le chiffre 0,7 qui représente la différence constante entre ces différents dosages exprime, par gramme du sulfate essayé, les sulfates d'alcaloïdes autres que la quinine. C'est le facteur qui mesure l'impureté; en l'évaluant en sulfate de cinchonidine cristallisé (équiv. = 397), on a

$$0,7 \times 100 \times 0,0397 = 2^{gr},779 \text{ pour } 100^{gr} \text{ du sulfate de quinine essayé.}$$

» Partant de là, l'essai du sulfate de quinine se fait très simplement en laissant en contact, dans un bain d'eau à 20° pendant une heure et en agitant fréquemment deux mélanges constitués, l'un par 1^{gr} de sulfate de quinine et 100^{cc} d'eau, et l'autre par 5^{gr} de même sel et 100^{cc} d'eau, le sulfate ayant été finement pulvérisé, et largement broyé avec l'eau. La différence entre les chiffres de potasse déci-normale consommée par chacune des solutions, multipliée par l'expression $\frac{100 \times 0,0397}{4}$, fait connaître l'impureté pour 100^{gr} du sulfate de quinine essayé, impureté traduite en sulfate de cinchonidine.

» II. *Solubilité du sulfate de quinine pur.* — Un fait général domine mes observations : c'est que la solubilité du sulfate de quinine pur est très sensiblement différente pour une même température comprise entre 12° et 20°, et même 25°, suivant les conditions dans lesquelles on se place pour déterminer cette solubilité.

» En effet, $0^{gr},5$ de sulfate de quinine pur et déshydraté, broyés dans un mortier avec 250^{cc} d'eau distillée et portés dans un milieu à 12°, ont été agités très fréquemment pendant une heure : 100^{cc} de la solution filtrée à 12° ont exigé $3^{cc},4$ de potasse $\frac{N}{10}$, correspondant à une solubilité de $1^{gr},482$ de sulfate de quinine cristallisé dans 1000^{cc} d'eau.

» En opérant à nouveau comme ci-dessus, mais à 20°, 100^{cc} du liquide filtré ont exigé 4^{cc} de potasse $\frac{N}{10}$ correspondant à une solubilité de $1^{gr},744$ par litre. La portion non filtrée (150^{cc}) a été laissée en contact avec l'excès de sulfate de quinine, et refroidie à l'air libre jusqu'à 12°, en prenant la précaution d'agiter très fréquemment le mélange : 100^{cc} de la solution filtrée à 12° ont exigé 4^{cc}.

» Ainsi, à la condition d'agiter fréquemment, on peut abaisser la température d'un mélange de sulfate de quinine et d'eau de 20° à 12° sans rien changer à la solubilité à 20°. Il n'en est plus de même si l'on abandonne

complètement le mélange au repos pendant deux heures seulement au contact d'un excès de sulfate de quinine, après l'avoir porté d'abord à 20°, et refroidi à 12° et à 15°. La solubilité varie alors entre $1^{gr},482$ et $1^{gr},787$, et elle n'est pas toujours la même pour une même température finale. Ces différences sont encore plus accentuées si le mélange est abandonné au repos pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures : j'ai obtenu dans ces cas des liquides qui n'accusaient plus qu'une solubilité de $1^{gr},133$ et $1^{gr},09$. Ces solutions ainsi obtenues avec du sulfate de quinine pur restent stables *après filtration* à des températures inférieures, même de plusieurs degrés, à la température de saturation. Elles ne peuvent plus dissoudre de sulfate de quinine à une température égale ou inférieure à celle qui leur a donné naissance : mais elles sont capables de dissoudre des quantités importantes de sulfate de cinchonine cristallisé ($12^{gr},42$ pour 1000), de sulfate de cinchonidine cristallisé ($9^{gr},92$ pour 1000), etc., déterminées par la méthode volumétrique à 20°.

» III. *Dosage de la quinine dans un quinquina.* — A la solution chloroformique des alcaloïdes obtenue par l'un des procédés quelconque d'épuisement des quinquinas, on ajoute un excès mesuré d'acide sulfurique décinormal. On agite vivement à plusieurs reprises. On évapore jusqu'à disparition du chloroforme; on dose dans la solution alcaloïdique, à l'aide de la teinture de tournesol et de la potasse $\frac{N}{10}$, l'excès d'acide non combiné. L'acide combiné aux alcaloïdes est ainsi connu par simple différence (soit n^{cc}). On ajoute au mélange de l'acide sulfurique en quantité suffisante pour redissoudre les alcaloïdes ; on les précipite de nouveau par de la potasse et on les dissout dans du chloroforme. La solution, additionnée de n^{cc} d'acide sulfurique $\frac{N}{10}$, est évaporée au bain-marie jusqu'à siccité; on obtient ainsi des sulfates mixtes et basiques d'alcaloïdes. On les broie longuement dans la capsule avec 200^{cc} d'une solution saturée à 20° de sulfate de quinine pur $\left(\text{dont } 100^{cc} \text{ exigent } 4^{cc} \text{ de potasse } \frac{N}{10}\right)$. On laisse digérer pendant deux heures à 20°, et l'on jette sur filtre. La solution filtrée renferme en solution saturée de sulfate de quinine tous les sulfates d'alcaloïdes voisins. 100^{cc} sont titrés à la phtaléine, et à l'aide de la solution de potasse $\frac{N}{10}$. Du résultat doublé, on soustrait 8^{cc} (représentant le sulfate de quinine), et le chiffre obtenu exprime les impuretés qu'on traduit en sulfate de cinchonidine cristallisé. On peut d'ailleurs contrôler les résultats en

dosant à part le sulfate de quinine resté sur filtre. On le dissoudra dans de l'acide sulfurique $\frac{N}{10}$, et, à l'aide de la teinture de tournesol et de la potasse $\frac{N}{10}$, on connaîtra facilement l'acide sulfurique non combiné à la quinine, et partant la quinine elle-même.

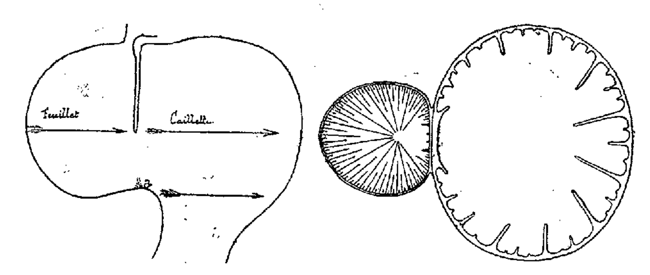
» En appliquant la méthode ci-dessus à l'analyse des mélanges synthétiques de sulfate de quinine avec les autres alcaloïdes de quinquina, j'ai toujours trouvé des résultats très concordants. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'assimilation du feuillet à la caillette des Ruminants au point de vue de la formation de leur membrane muqueuse.* Note de M. **J.-A. Cordier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, je crois avoir mis en lumière le mécanisme de la transformation progressive du feuillet et de la caillette dès Ruminants. Je pense avoir établi que cette transformation, liée à un certain nombre de caractères, avait pour cause déterminante la disposition lamellaire plus ou moins compliquée du feuillet. Il reste à montrer que la formation analogue qu'on observe dans la grande courbure de la caillette lui est en tout point comparable et à établir ainsi un nouveau point d'assimilation entre ces deux organes paraissant si différents. L'embryologie nous les montre d'abord dérivés d'une portion intestiniforme telle que celle qui persiste chez les Caméliens adultes; Boas, de Copenhague, dans ses récentes recherches sur l'absence prétendue du feuillet des Caméliens, n'hésite pas à regarder comme feuillet la grande portion antérieure de la caillette; celle-ci ne diffère de la portion moyenne que par une réduction en longueur de ses glandes. Comme on voit, Boas ne se laisse pas arrêter dans son assimilation par la présence d'un épithélium stratifié, pavimenteux dans le feuillet et glandulaire dans la caillette, caractère qui peut paraître de prime abord une objection essentielle, mais que les considérations de l'auteur amoindrissent beaucoup d'importance et que l'on peut accepter si l'on se rappelle la communauté d'origine de ces deux formations épithéliales.

» Dans la caillette intestiniforme, les plis, toujours très peu élevés, sont disposés régulièrement sur tout le pourtour intérieur; au fur et à mesure que l'organe s'incurve, comme je l'ai montré, ceux de la grande courbure prennent de plus en plus d'importance, et des plis de second et même de

troisième ordre se montrent entre eux. Une figure schématique est nécessaire pour la clarté et la brièveté de la démonstration, et j'ai choisi les Bovidés, chez lesquels l'appareil lamellaire du feuillet et de la caillette



est développé à son maximum. Une coupe totale du feuillet et une autre de la caillette, placées à côté et supposées faites dans la région indiquée par les flèches, ont été représentées; on voit que les grandes lames de la caillette, quoique leur hauteur soit moindre que la hauteur de celles du feuillet et leur ensemble plus régulier (leur rôle physiologique étant tout différent), sont disposées de la même façon et séparées aussi par des lames moins élevées. Enfin, on doit regarder comme analogues aux lèvres du « pont » celles qui y sont opposées sur la petite courbure de la caillette. Nous avons remarqué que, dans le cas où le nombre des grandes lames de la caillette n'est pas égal à celui des lames primaires du feuillet, il existe toujours entre ces deux quantités une relation très simple, et c'est surtout chez les très jeunes animaux que ces caractères sont le plus nets.

» La hauteur et l'étendue des lames de la caillette sont liées étroitement au degré plus ou moins prononcé de la grande courbure du viscère, comme pour le feuillet, et il est remarquable que cette sorte de raccourcissement progressif de l'organe, et correspondant à une diminution dans la capacité interne, soit compensé en quelque sorte par l'augmentation de la surface glandulaire qui résulte du développement des lames. Chez certaines espèces de Cervidés, où le feuillet est relativement peu différencié de la caillette, on voit nettement, surtout à l'état jeune, les deux formations lamellaires se confondre en une seule, et l'on conçoit, en résumé, que ces deux systèmes opposés et identiques, agissant en sens inverse, puissent déterminer dans un organe primitivement cylindrique une inflexion, en forme de S, suffisante pour amener en contact dans le développement les parois des deux organes et former le pont [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de l'École pratique des hautes études de M. le professeur Milne-Edwards, au Muséum d'Histoire naturelle.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les caractères ostéologiques différentiels des lapins et des lièvres. Comparaison avec le léporide.* Note de M. **F.-X. Lesbre**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les différences entre les os de lapin et les os de lièvre étaient jusqu'à ce jour mal connues. Nous n'en voulons pour preuve que la mention « lapin ou lièvre » que l'on trouve si souvent dans les travaux de détermination des faunes fossiles.

» Cependant, il résulte d'une étude à laquelle nous venons de nous livrer, que ces différences sont nombreuses et considérables. Elles portent principalement sur :

» 1° L'ouverture gutturale des fosses nasales.
» 2° Les indices des os du nez et du frontal.
» 3° La partie pré-gutturale de l'os palatin.
» 4° L'os malaire.
» 5° Le volume des dents.
» 6° L'axis.
» 7° Les vertèbres lombaires.
» 8° Le scapulum.
» 9° Les os de l'avant-bras.
» 10° Le bassin.
» 11° Le calcanéum.
» 12° La longueur des os longs des membres.
» 13° La capacité thoracique, etc., etc.

» Il n'y a guère de partie du squelette qui n'ait son cachet spécifique, toutes variations individuelles ou ethniques mises à part.

» Ces différences sont beaucoup plus grandes que celles signalées entre le cheval et l'âne (Arloing) ou entre le mouton et la chèvre (Cornevin et Lesbre).

» Le lapin de garenne n'est qu'un lapin sauvage, ainsi que l'avait reconnu Darwin ; ce n'est pas une espèce particulière.

» Le léporide n'a rien du lièvre dans son squelette ; ce n'est qu'un lapin. Son origine prétendue d'un croisement entre le lièvre et le lapin est non seulement hypothétique, mais encore tout à fait improbable. »

M. **Milne-Edwards** fait remarquer, à propos de la Communication précédente, qu'il ne croit pas à l'existence d'hybrides de lièvre et de

lapin; il ne connaît pas un seul cas authentique de reproduction entre ces animaux. Les Léporides ne sont que des lapins domestiques et constituent une race bien caractérisée. M. Rémy Saint-Loup a entrepris au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum un travail sur les Léporides, et il arrive aux mêmes conclusions. D'après cet auteur, le squelette de ces animaux est celui des lapins; il est très différent de celui des lièvres, qui se reconnaît facilement, à raison des proportions relatives des os, de la forme du crâne et surtout du développement des fosses nasales, largement ouvertes en arrière, de manière à donner un facile accès à l'air.

ZOOLOGIE. — *Myxosporidies de la vésicule biliaire des poissons. Espèces nouvelles.* Note de M. **P. Thélohan** (1), présentée par M. Ranvier.

« Outre les trois parasites dont j'ai parlé dans ma dernière Note (2), il faut rapporter encore au genre *Ceratomyxa* une quatrième espèce qui vit dans la vésicule biliaire de la *Motella tricirrata* (Roscoff, août 1892). Je la désignerai sous le nom de *Ceratomyxa arcuata* (nov. spéc.). Elle diffère surtout des formes précédentes par sa taille beaucoup plus petite. Ses masses plasmiques, de formes variables, ne paraissent pas dépasser 35^{μ} à 40^{μ} de diamètre. Elles présentent des pseudopodes ectoplasmiques lobés à mouvements lents. L'endoplasme, finement granuleux et homogène, renferme quelques globules graisseux épars dans sa masse; il n'y a ni pseudopodes filiformes, ni prolongement du corps plasmique, ni sphérules dans l'entoplasme. Les spores, du type *Ceratomyxa*, sont relativement très petites : 40^{μ} de long sur 5^{μ} de petit diamètre. Ce n'est pas d'ailleurs la seule Myxosporidie qui habite la vésicule biliaire de la Motelle et je puis signaler ici deux autres espèces également nouvelles que j'ai rencontrées dans le même organe.

» L'une d'elles me semble surtout intéressante : elle est d'ailleurs très commune, surtout à Roscoff, chez la *M. tricirrata* et la *M. maculata*. En général, on reconnaît facilement à l'œil nu sa présence dans la vésicule biliaire examinée par transparence : on aperçoit alors un petit corps opaque, de forme plus ou moins régulière, ordinairement à peu près sphérique et qui occupe une partie variable de la cavité de la vésicule. Si, au moyen d'un scalpel ou d'une aiguille, on provoque une déchirure de la

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani au Collège de France.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* séance du 28 novembre 1892.

paroi de cette dernière, la bile s'écoule et l'on met facilement en liberté le corpuscule opaque. Il présente la forme indiquée plus haut et une coloration jaunâtre ou d'un jaune verdâtre; sa consistance est relativement ferme et l'on peut le manier assez facilement. Quand on cherche, avec les aiguilles, à en isoler un fragment, on s'aperçoit qu'il est constitué par le pelotonnement d'une substance disposée en forme de mince membrane; en examinant au microscope une portion de celle-ci, on reconnaît tout de suite qu'il s'agit d'une Myxosporidie, dont le corps plasmique affecte cette disposition absolument exceptionnelle.

» On constate l'existence d'une zone ectoplasmique claire et d'aspect homogène et un endoplasme plus granuleux renfermant de nombreuses spores. Celles-ci, au premier abord, ressemblent à celles du *Myxidium Lieberkühnii* (*Bütschli*) de la vessie urinaire du Brochet. Elles sont allongées, un peu renflées à leur partie moyenne; elles mesurent 13^{μ} à 16^{μ} de long sur 5^{μ} de large. Leur enveloppe, bivalve, est finement striée suivant sa longueur; ses extrémités, au lieu d'aller en s'atténuant et de se terminer en pointe, sont brusquement tronquées et, pour ainsi dire, coupées carrément, de manière à présenter latéralement des angles très nets. La cavité de l'enveloppe renferme deux capsules polaires et une petite masse de plasma: celle-ci est dépourvue de vacuole à contenu colorable par l'iode; elle renferme deux noyaux, comme cela a lieu dans toutes les spores des Myxosporidies que j'ai étudiées, sauf les *Glugea*, où la petite taille des spores ne m'a pas permis de faire cette observation. L'existence de ces éléments est très facile à constater ici sur des coupes du parasite convenablement fixées et colorées : dans ces conditions, on observe souvent au voisinage des capsules polaires ou en contact avec elles deux autres noyaux; ce sont les noyaux des cellules capsulogènes, dont j'ai décrit ailleurs l'origine et le rôle ([1]).

» Les capsules polaires sont disposées l'une à chaque extrémité de la spore comme dans le *Myxidium*. Leur filament présente des caractères très particuliers : au lieu d'affecter la forme d'un véritable fil, très mince et d'une très grande longueur, comme c'est le cas dans toutes les Myxosporidies signalées jusqu'ici, où il n'est pas rare de voir cet élément atteindre quinze ou vingt fois la longueur de la spore, c'est ici un véritable cône, relativement très court (15^{μ} en moyenne) et dont la base, par

---

([1]) Thélohan, *Recherches sur le développement des spores chez les Myxosporidies* (*Comptes rendus*, novembre 1890).

laquelle il se continue avec la capsule, offre un diamètre presque égal à la largeur de l'extrémité de la spore. J'ai obtenu la sortie de ce filament par l'action de l'eau iodée, de la potasse, de l'acide sulfurique, etc. Son mode d'enroulement dans la capsule est également spécial; dans les autres espèces, en effet, le filament est enroulé en spirale autour d'un axe qui se confond avec le grand axe de la capsule; ici, au contraire, l'axe d'enroulement est perpendiculaire au grand axe.

» L'étude de coupes de cette Myxosporidie m'a permis de constater encore quelques particularités intéressantes, dont la description m'entraînerait au delà des limites de cette Note : je signalerai seulement ici l'aspect strié très net que présente l'ectoplasme dans ces conditions.

» Par la forme de ses spores, l'absence de vacuole dans leur plasma, ce parasite se rapproche beaucoup du *Myxidium Lieberkühnii* et doit certainement être considéré comme appartenant à la même famille; mais il offre par ailleurs des caractères tellement spéciaux, qu'il y a lieu, je crois, de le considérer comme le type d'un nouveau genre, que je désignerai sous le nom de *Sphæromyxa* (nov. gen.).

» Ce genre, caractérisé par ses spores et surtout par la forme des filaments et leur disposition à l'intérieur des capsules, ne comprend jusqu'ici que l'espèce que je viens de décrire. Je la dédie à mon savant maître et je propose de la nommer *Sphæromyxa Balbianii* (nov. sp.).

» Je crois, au contraire, qu'il faut rapporter au genre *Myxidium* l'espèce suivante, que je désignerai sous le nom de *Myxidium incurvatum* (nov. sp.) à cause de la forme de ses spores. Je l'ai également observée dans la vésicule biliaire de la *Motella tricirrata* où elle coexiste fréquemment avec la précédente (Roscoff). Mais je l'ai trouvée aussi dans la vésicule biliaire de l'*Entelurus æquoreus* (Roscoff) du *Syngnathus acus*, du *Callionymus lyra*, du *Blennius photis* (Roscoff, Concarneau). Les masses plasmiques sont petites, peu mobiles, à pseudopodes lobés, quelquefois hérissées d'une sorte de chevelu pseudopodique comme le *Myxidium* du Brochet. Les spores mesurent 8^{μ} à 9^{μ} de long, sur 4^{μ} à 5^{μ} de large. Elles ont une forme assez remarquable en ce qu'elles ne présentent qu'un plan de symétrie, qui est le plan de la suture des valves de la coque; les spores de Myxosporidies ont ordinairement un autre plan de symétrie perpendiculaire au plan de la suture. On peut les comparer à une gousse dont les extrémités acuminées sont dirigées en sens inverse; les capsules polaires occupent les extrémités, leur grand axe est oblique par rapport à celui de la spore et elles sont dirigées en sens contraire. Le filament est assez difficile à faire

sortir; j'y suis arrivé en employant l'acide nitrique; il mesure environ 12^{μ} de long. Le plasma est dépourvu de vacuole. »

BOTANIQUE. — *Méthode pour assurer la conservation de la vitalité des graines provenant des régions tropicales lointaines.* Note de M. **Maxime Cornu**, présentée par M. Duchartre.

« L'une des méthodes qui conservent le plus sûrement la vitalité des graines transportées à de longues distances consiste à les placer dans un substratum qui en empêche l'altération et le dessèchement (charbon, sable, terreau, etc.). Certaines espèces exigent un substratum humide, où elles peuvent parfois germer pendant le voyage; d'autres enfin ne peuvent se conserver vivantes qu'à la condition expresse d'entrer en germination et de se développer.

» Les graines qui appartiennent à cette dernière catégorie ne peuvent être utilisées à l'arrivée que si leur état germinatif est peu avancé, et si elles ont de grandes réserves nutritives (cotylédons ou albumens volumineux); mais les graines de dimensions moyennes ou faibles, surtout si la germination est avancée, si les cotylédons sont tombés et l'albumen absorbé et s'il s'y montre de petites feuilles étiolées, sont considérées comme absolument inutilisables et rejetées.

» Ces graines germées à l'obscurité, au cours du voyage, si on les confie au sol par les procédés ordinaires, périssent invariablement, qu'on les traite par l'humidité ou la sécheresse, on les voit pourrir ou se dessécher; parfois les deux altérations se montrent simultanément.

» Les envois de graines se font le plus généralement dans des sachets de papier; plus rarement dans un substratum qui est toujours aussi sec que le permet la nature de la graine; telle est la méthode ordinaire.

» On peut dans certains cas semer les graines très délicates sur le sol d'une serre portative où l'on expédie des plantes vivantes; on n'a plus alors qu'à relever les jeunes plantes développées normalement. Mais ces conditions, difficiles à remplir, sont très rarement employées; et il arrive que les jeunes germinations sont souvent grêles, étiolées et inutilisables comme dans le cas précédent.

» Cette mort des jeunes plantes provient de ce que des racines transportées d'un milieu dans un autre souffrent le plus généralement de cette modification du milieu ([1]).

([1]) La preuve de cette souffrance de la racine réside dans des déformations spéciales

» Frappé des échecs réitérés qui nous faisaient perdre tant d'introductions précieuses, j'ai cherché une méthode qui permît d'utiliser et de faire développer ces jeunes plantes germées en vases clos et étiolées depuis un long intervalle de temps. J'ai été assez heureux pour trouver cette méthode que j'ai fait appliquer avec succès dans les serres, au Muséum, où elle donne couramment d'excellents résultats depuis trois ans.

» Les jeunes plantes, souvent filiformes, sont séparées les unes des autres (elles sont souvent curieusement emmêlées); on rejette, en général, celles dont les tiges ou les racines sont blessées ou rompues; on les place isolément sous cloche, à une température de 25° à 30°, dans un substratum spécial, parfaitement poreux et sain, extrêmement rebelle à l'envahissement des moisissures, et qui a la propriété particulière de condenser l'humidité de l'air. C'est ce qu'on appelle *terre à Polypode*, produit formé par les détritus des racines du *Polypodium vulgare* dans les bois siliceux, et jusqu'ici employé uniquement à la culture des plantes épiphytes, principalement des Orchidées. Le *Sphagnum* est loin de produire les mêmes résultats.

» Dans ce milieu particulier, la vie se soutient; à une ombre modérée, les organes étiolés redeviennent verts; les racines se développent de nouveau, et, après une période plus ou moins longue, on peut confier les jeunes plantes à la terre ordinaire.

» J'ai réussi à conserver par ce moyen, non seulement des plantes étiolées et parfaitement saines, mais encore d'autres germinations très compromises, où, soit la tige, soit le pivot, étaient blessés, rompus, et même desséchés en partie.

» On peut citer, parmi les graines si difficiles à faire parvenir en Europe, celles des lianes à caoutchouc (*Landolphia*) de la famille des Apocynées, dont nous avons désormais une belle série; d'un Cannellier dont j'ai pu sauver plus de 150; des espèces diverses de Capparidées, d'Euphorbiacées, de Sapotacées, une curieuse Aurantiacée (*Feronia gabonensis*, Sp. nova). Parmi ces plantes, il y en avait qui étaient absolument herbacées, blanches et filiformes.

» Cette méthode nous donne des résultats très sûrs; dans certains cas même, la germination, avant l'arrivée, nous paraît désirable pour la certitude du succès définitif.

---

qu'elle peut subir. Voir (*Bull. Soc. Bot. de France*, 18 avril 1881) l'explication de faits signalés déjà (*Congrès international de Botanique* à Paris, 1878) dans un Mémoire publié en commun avec M. Mer sur l'absorption pour les racines.

» En vue de confirmer cette méthode, plusieurs expériences furent faites. Un de nos correspondants, le P. Klaine, missionnaire à Libreville, m'envoya à plusieurs reprises des graines, dont il conservait en vase clos, dans du terreau, un lot témoin. Et plusieurs fois, il nous renvoya le lot témoin, plusieurs mois après, pour voir ce qu'il adviendrait des germinations conservées ainsi.

» Je signalerai d'abord une curieuse graine aromatique, le *Monodora Myristica*, var. *grandiflora*, Anonacée connue sous le nom de *Muscade de Calabash;* les semences s'altèrent très rapidement; aussi la plante est-elle rare, quoique les graines soient un produit commercial. Un premier lot nous parvint au mois de janvier 1892 en excellent état, et germa parfaitement et très rapidement; un second lot, constitué par les mêmes graines conservées dans un substratum humide au Gabon, nous arriva au mois de mai; toutes les graines étaient germées depuis longtemps; elles étaient demeurées dans le sol cinq mois au moins; un grand nombre fut utilisé et a constitué une belle série de plantes parfaitement vivantes aujourd'hui.

» On peut citer d'autres exemples non moins caractéristiques :

» Les graines des espèces du genre *Myristica* sont des plus altérables; à l'air, elles ne demeurent vivantes qu'un très petit nombre de jours; envoyées dans un substratum humide, elles peuvent, dans certains cas, bien germer et doivent être considérées à cet état comme d'une conservation presque impossible.

» Un envoi de graines de *Myristica* nous fut fait d'Assinie par M. le Dr Crozat, attaché à la mission de délimitation dirigée par M. le Capitaine Binger; elles mirent trois mois à nous parvenir et arrivèrent dans un état très avancé de germination. Nous avons pu, par notre méthode, en tirer un certain nombre de plantes aujourd'hui saines et vigoureuses (1).

» Une autre espèce de *Myristica* nous fut envoyée du Gabon par le P. Klaine; ces graines, mises en boîte métallique au mois de septembre, ne nous parvinrent qu'au mois de juin de l'année suivante; elles nous furent adressées, malgré leur état de germination très avancé, reconnu avant le départ de Libreville. Les jeunes plantes avaient toutes plus de 10^{cm} de long; elles portaient de jeunes feuilles étiolées et étaient pourvues de racines plus ou moins nombreuses. Il n'y avait plus trace d'albumen ni de cotylédons.

» Tout le monde les aurait considérées comme absolument perdues. Par notre méthode, elles ont fourni des plantes qui sont hautes aujourd'hui de 50^{cm} et plus : c'est le *M. Kombo* H.Bn.

» Les graines fraîches envoyées plusieurs mois auparavant ne nous parvinrent pas en bon état; les embryons étaient morts.

---

(1) La plante appartient peut-être au *M. angolensis*. Les journaux nous ont appris ces jours-ci la mort de ce regretté naturaliste.

» Cette méthode est sûrement appelée à rendre de très grands services pour l'introduction en Europe des plantes des régions tropicales lointaines, où l'humidité et la chaleur semblaient jusqu'ici constituer un obstacle infranchissable au transport de certaines graines. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la différence de transmissibilité des pressions à travers les plantes ligneuses, les plantes herbacées et les plantes grasses.* Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« Je me suis proposé de chercher expérimentalement comment la pression peut se transmettre à travers les tissus des plantes vivantes, et j'ai étudié à ce sujet, par différentes méthodes, des plantes ligneuses, des plantes herbacées et des plantes grasses.

» Lorsqu'on veut mesurer la pression intérieure d'un végétal, il est toujours nécessaire d'attendre un temps assez long avant d'opérer avec une telle plante, munie de manomètres. Le manomètre étant en communication avec les tissus intérieurs du végétal et scellé en dehors avec de la glu marine, il y a toujours, au début, une période de trouble, et il faut un temps, variable suivant les plantes, pour que les indications régulières de pression soient marquées par l'appareil. L'examen microscopique de la région dans laquelle le manomètre a été inséré, après les expériences terminées, fait voir que, d'une manière générale, c'est seulement lorsque la plante a entouré elle-même la pointe de l'instrument par des tissus de cicatrisation que le manomètre peut commencer à fonctionner d'une manière régulière.

» *Première méthode.* — Dans une première série d'expériences, j'ai opéré avec des plantes dont les manomètres variaient normalement depuis trois à six mois, en cherchant à obtenir une différence brusque de pression par le sectionnement sous l'eau vers la base de la tige.

» J'ai opéré d'abord avec des arbres entiers plantés depuis plus de deux ans dans des pots (Peuplier, Bouleau, Érable, Hêtre, Marronnier). Pour faire une expérience, on immergeait complètement dans l'eau le pot et la base de la plante; lorsque la température de l'eau et celles indiquées par les thermomètres placés dans l'arbre demeuraient sensiblement constantes, on coupait la tige au-dessous du niveau de l'eau avec précaution, après avoir noté la pression indiquée par les manomètres enfoncés depuis long-

temps dans l'arbre à des profondeurs déterminées. Immédiatement après que la section a été faite, et quelle que soit la valeur de la pression initiale des tissus, on observait toujours une dépression dans le manomètre situé au-dessus de la partie coupée. C'est ainsi, par exemple, qu'un peuplier de $1^m,90$ de hauteur, planté dans un très grand pot, a été immergé, comme je viens de l'indiquer, dans un tonneau plein d'eau. Le manomètre, inséré un peu au-dessus de la section, a indiqué brusquement une dépression qui a bientôt atteint 19^{mm}. L'arbre a été ensuite maintenu de manière que la partie coupée restât dans de l'eau souvent renouvelée, et l'on a observé au catéthomètre, à intervalles réguliers, la pression indiquée par le même manomètre; on voyait alors la dépression augmenter encore peu à peu, puis se maintenir assez constante tant que les feuilles de l'arbre restaient fraîches, c'est-à-dire pendant deux jours environ. Ensuite, les feuilles commençant à se faner, la pression s'est rapprochée peu à peu de la pression atmosphérique, et le manomètre a finalement indiqué zéro. Toutes les expériences analogues exécutées avec les autres arbres ont donné de semblables résultats.

» J'ai opéré exactement de même avec des plantes herbacées, ayant depuis longtemps aussi des manomètres à marche régulière (*Pelargonium, Dahlia, Begonia*). Dans ce cas, l'on n'observe aucun changement immédiat de dépression au moment où l'on coupe la plante sous l'eau, et ce n'est qu'au bout d'un certain temps, mais avant toutefois que la plante soit flétrie, que l'on peut observer une dépression appréciable.

» Enfin, si l'on opère avec des plantes grasses (*Echeveria, Opuntia, Cereus*), on n'observe après le sectionnement aucun changement de pression, et, la section de la plante étant maintenue dans l'eau, on n'observe ultérieurement aucune dépression sensible, même en prolongeant l'expérience jusqu'au moment où la plante commence à s'altérer.

» Il résulte déjà de cette première série de recherches que, lorsqu'on supprime brusquement la communication de la tige avec la racine, le changement de pression qui en résulte produit un effet immédiat sur les plantes ligneuses, lent chez les plantes herbacées, insensible chez les plantes grasses.

» Toutes ces expériences ont été faites au mois de septembre.

» *Deuxième méthode*. — J'ai opéré avec des plantes analogues par une méthode différente, qui consiste à diminuer artificiellement la pression sur la section fraîche de la tige du végétal. Dans ce but, la tige de la plante

venant d'être coupée, est fixée avec de la cire molle et un vernis convenable au-dessus d'une éprouvette de grandeur déterminée, qui communique, d'une part, avec un manomètre et, d'autre part, avec une trompe de Schlœsing ou avec une machine pneumatique.

» Si l'on opère ainsi avec un arbre ou avec une plante ligneuse, on observe toujours que la dépression, provoquée sur la section, se transmet immédiatement à la région dans laquelle est placé le manomètre. Cette pression se transmet immédiatement, mais non intégralement; l'intensité de la dépression dans les tissus de la tige dépend, toute autre condition égale d'ailleurs : 1° de la distance qui sépare le manomètre de la section; 2° du temps pendant lequel on prolonge l'expérience. Ainsi, en opérant avec un érable, on a les résultats suivants : la dépression sur la section étant de 690^{mm}, le manomètre de l'arbre étant à 30^{cm} de la section, on constate que la dépression se transmet immédiatement, mais n'est que de 6^{mm} par quart d'heure. Si l'on sectionne plus haut le même érable et qu'on refasse une expérience semblable, la distance à la section étant de 18^{cm}, on constate une dépression de 42^{mm} par quart d'heure; si l'on recommence en sectionnant à 4^{cm} du manomètre, la dépression est de 183^{mm} par quart d'heure.

» En opérant de même avec les plantes herbacées, le manomètre étant mis en contact avec les tissus conducteurs de la plante, on trouve toujours que la dépression ne se transmet pas immédiatement et que, lorsqu'elle commence à se faire sentir, c'est avec une lenteur beaucoup plus grande qu'elle s'accroît.

» Enfin, la même méthode, appliquée aux plantes grasses, a fait voir qu'on ne pouvait pas prolonger l'expérience assez longtemps pour obtenir une transmission sensible de la pression.

» Cette seconde méthode concorde donc avec la première.

» Ces résultats sur la vitesse absolue de la transmission des pressions à travers les tissus des plantes vivantes ont des conséquences nombreuses en Physiologie végétale. Je n'en citerai qu'une comme exemple. Lorsqu'on veut étudier la transpiration ou l'absorption avec l'appareil de Sachs, en plongeant dans l'eau la section d'une tige, lutée au-dessus, les expériences précédentes montrent qu'on fera toujours une erreur lorsqu'on opère avec des plantes ligneuses, qu'on fera encore une erreur si l'on n'expérimente pas assez vite avec les plantes herbacées et que cette méthode ne peut convenir, sans correction, qu'à l'étude des plantes grasses.

» En résumé, on peut conclure des recherches précédentes que :

» 1° *La pression se transmet très rapidement à travers les tissus conducteurs*

des plantes vivantes ligneuses, mais non pas intégralement. La pression transmise pendant un temps donné est d'autant plus forte que la distance est moins grande entre le tissu considéré et la région où la pression vient de changer brusquement.

» 2° *La pression ne se transmet pas immédiatement à travers les tissus des plantes vivantes herbacées et la pression transmise en un temps donné est beaucoup plus faible que pour les plantes ligneuses.*

» 3° *La pression ne se transmet qu'avec une extrême lenteur à travers les tissus des plantes grasses.* »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des Gleichéniacées.* Note de M. **Georges Poirault** (¹) présentée par M. Duchartre.

« Ces plantes ne nous sont guère connues, au point de vue anatomique, que par la courte Note de M. Russow (²); mais je dois me borner ici à signaler les points les plus remarquables de leur organisation, savoir : 1° le mode de départ du système conducteur se rendant au pétiole et sa constitution nettement différente dans les sections du genre *Gleichenia* qu'elle peut caractériser; 2° la présence dans le péridesme, ou même dans le péricycle de vaisseaux réticulés ou ponctués (trachéides des auteurs allemands); 3° la présence dans le pétiole des *Eugleichenia* d'un sequestre scléreux, entouré d'une assise de cellules à cadres lignifiés (endoderme des auteurs); 4° la lignification de certains tubes criblés dans la tige et le pétiole de plusieurs de ces plantes. Le genre *Platyzoma* est anatomiquement fort distinct du genre *Gleichenia;* la différence de structure est moins grande entre les *Gleichenia* et les *Stromatopteris*.

» 1° Le système conducteur de la feuille se sépare de la tige essentiellement de la même manière dans les deux sections de *Gleichenia;* le cylindre central s'étranglant vers la partie supérieure (la tige étant supposée dans sa position naturelle, c'est-à-dire horizontale), l'écorce vient couper cette partie étranglée, qui, après avoir cheminé d'abord presque parallèlement à l'axe de la tige, à l'intérieur du tissu cortical, se redresse brusquement pour entrer dans le pétiole. Tel est, rapidement indiqué, le mode de sépa-

---

(¹) Travail du laboratoire de M. le Professeur Van Tieghem, au Muséum.

(²) *Vergleichende Untersuchungen betreffend die Leitbündel-Kryptogamen* (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7ᵉ série, t. XIX; 1873). Les indications de M. de Bary (*Vergleichende Anatomie*) sont puisées à cette source.

ration du système conducteur du pétiole, mode qui n'est pas sans analogie avec la division dichotome observable dans la même tige. Il est vrai que les deux tiges issues de la dichotomie sont le plus souvent égales; mais cette règle n'a rien d'absolu et l'inégalité est parfois très grande entre elles; toutefois, même dans ce cas, les deux tiges ont une symétrie axile, tandis que la portion de cylindre central se rendant au pétiole accuse nettement, par la disposition en arc de ses vaisseaux et la présence des trois groupes de protoxylème, un médian et deux latéraux, la symétrie bilatérale. Mais, ce qui caractérise ce départ, c'est l'introduction d'éléments nouveaux ne figurant pas dans la tige et qui apparaissent déjà bien audessous du nœud, à la concavité de l'arc vasculaire qui passera dans la feuille, éléments dont la structure est fort différente dans les deux sections du genre *Gleichenia*.

» Ce sont, dans les *Eugleichenia,* des cellules ponctuées ou réticulées à parois peu épaisses et lignifiées, tandis que dans les *Mertensia* ce sont des cellules à membrane très épaisse, non lignifiées, analogues aux cellules corticales. A deux ou trois assises autour de cet îlot apparaît bientôt un anneau plus ou moins complet d'éléments libériens. Les deux moitiés de cet anneau sont fort inégalement développées; la partie supérieure, très peu développée dans les *Mertensia,* voit dans les *Eugleichenia* ses éléments se lignifier de très bonne heure; seul le demi-anneau inférieur atteint une épaisseur notable, surtout dans les *Mertensia.* Chez ces plantes, immédiatement contre l'îlot de cellules brunes et en même temps que lui, apparaît une assise à cadres lignifiés, présentant exactement les caractères de l'endoderme externe et qui est, nous allons le voir, un véritable endoderme. C'est là l'origine de toute la différence de forme de la méristèle pétiolaire dans les deux sections du genre. Bientôt cet îlot envoie une apophyse vers chacun des groupes de protoxylème (*G. polypodioides*); de plus, dans les autres *Eugleichenia* et les *Mertensia,* il se fait dans le plan de symétrie une autre apophyse qui, passant par l'ouverture de l'arc vasculaire (qui s'est alors replié de manière à prendre la forme d'un C), s'avancera jusqu'à l'endoderme. Seulement dans les *Eugleichenia* elle s'arrête à cette couche, tandis que dans les *Mertensia* elle vient s'unir à l'écorce, repoussant devant elle l'endoderme qui la limite, et coupant en deux le demi-anneau libérien inférieur et rabattant ses deux moitiés sur les bords du C vasculaire où elles vont s'unir au liber externe, tandis que l'endoderme vient s'unir à l'endoderme externe. Il résulte de là que la forme de la méristèle est bien différente dans les deux groupes; que, circulaire ou subcordiforme dans les *Eugleichenia,* elle a dans les *Mertensia* la forme d'un C à ouverture tournée vers le sommet de la tige. Dans le *G.* (*Mertensia*) *pubescens,* la méristèle s'amincit et les vaisseaux manquent au point où les deux branches du C se replient vers l'intérieur; dans le *G.* (*Mertensia*) *flagellaris,* la partie amincie s'est rompue et le liber externe, pénétrant par la brèche ainsi faite, et par laquelle passe l'écorce, vient se réunir au liber interne. La section transversale montre donc : 1° les deux branches rompues du C entourées d'une bande

libérienne continue; 2° le corps du C qui n'a d'éléments libériens qu'à l'extérieur et un peu à l'intérieur vers les extrémités (1).

» 2° Tous les *Eugleichenia*, à l'exception du *G. Baryi* Kze, possèdent, dans le péricycle de leur pétiole, des cellules ponctuées ou réticulées, à membranes fortement lignifiées. Ces cellules viennent se mettre en relation avec le massif scléreux central, dont elles ne sont, pour ainsi dire, que l'expansion périphérique. Ces formations me paraissent comparables aux vaisseaux péridesmiques de la feuille des Conifères [*Transfusionsgewebe* de H. Mohl (2)], que M. Van Tieghem (Cours du Muséum, 1892) considère comme homologues du « deuxième bois » des Cycadées. Ces vaisseaux péridesmiques manquent à la tige, sauf dans le *G. polypodioides*. Ils ne se montrent qu'à l'état d'éléments isolés dans les pétioles des *Mertensia*, ou même, dans la plupart des espèces, ils font absolument défaut.

» 3° Dans les *Eugleichenia* (à l'exception du *G. Baryi?*), on observe, dans le sclérenchyme central lignifié du pétiole, un séquestre fusiforme de cellules scléreuses brunes, non lignifiées, mais très dures. Ce séquestre est entouré d'une assise à cadres lignifiés (*endoderme* des auteurs), qui apparaît et disparaît en même temps que lui. Si cette formation s'étend dans le *G. hecistophylla* Hook, et surtout le *G. speluncæ*, sur toute la longueur du pétiole, presque au-dessous de la première ramification, elle est localisée dans le *G. polypodioides*, à la région où la méristèle commence à se détacher du cylindre central, et sa longueur ne dépasse pas $0^{mm},5$; elle a donc depuis longtemps disparu quand la méristèle entre dans le pétiole.

» 4° Dans la tige du *G. polypodioides* et dans le pétiole des *G. hecistophylla, rupestris, circinata,* certains tubes criblés se revêtent intérieurement d'un dépôt lignifié, reproduisant exactement les accidents de leur membrane. A première vue, on pourrait confondre ces éléments avec des vaisseaux, si leur position dans la zone libérienne ne venait appeler l'attention. Cette transformation, sur laquelle j'aurai occasion de revenir, est habituelle dans le pétiole des *Aneimia* (3), et fréquente dans certains *Adiantum;* mais, dans ces plantes, elle n'atteint que les tubes de proto-

(1) Dans un prochain Mémoire, j'indiquerai avec détails les modifications secondaires que subit ce *schéma* général de départ de la feuille dans certains *Eugleichenia*.

(2) *Botanische Zeitung*, 1871.

(3) Voir Prantl, *Schizeaceen;* 1881.

phloème, tandis que, dans ces Gleichéniacées, elle se manifeste exclusivement sur la deuxième assise de tubes criblés, au dos des groupes de protoxylème. Ces tubes criblés, lignifiés, paraissent manquer aux *Mertensia*. A propos des tubes criblés, j'ajouterai que leur structure correspond à celle déjà connue dans les autres Fougères, et que, même sur des échantillons d'herbier ([1]), les seuls dont j'ai pu disposer, on voit très nettement les pores bouchés par des cals ([2]). »

PHYSIOLOGIE. — *Sécrétion salivaire et excitation électrique*. Note de M. N. **Wedensky**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans mes recherches antérieures, j'ai démontré que le nerf moteur étant toujours excité par des courants induits maxima, on n'obtient le tétanos musculaire le plus intense que lorsque les courants irritants présentent une certaine fréquence déterminée, *optimum de fréquence*. En augmentant la fréquence au delà de l'optimum, le tétanos diminue (juste comme dans le cas de la diminution de la fréquence) et l'on peut arriver à une telle fréquence qui ferait le muscle se relâcher complètement, le *pessimum de fréquence*. Cela ne provient pas de la fatigue du muscle; cela ne dépend pas non plus de ce que les courants aussi fréquents ne peuvent pas d'eux-mêmes être suffisamment intenses. Au contraire, en les affaiblissant, on peut obtenir de nouveau des tétanos très forts.

» Il est justement caractéristique, pour toutes les irritations à fréquence plus grande que celle de l'optimum, que leur *optimum d'intensité* correspond non pas à leur maximum, mais à des courants d'une intensité moindre, tandis que les courants forts produisent un certain relâchement (pessimum d'intensité) du muscle. Lorsque le muscle passe à cet état de relâchement, les impulsions fortes et fréquentes traversent toujours le nerf; mais au lieu d'être transmises aux fibres musculaires, elles exercent des actions inhibitrices dans les terminaisons nerveuses.

» Vu que les mêmes phénomènes ont été constatés aussi avec des irritations non électriques, il m'a paru très important d'examiner à quel point les lois d'irritation tétanique établies par moi pour le nerf moteur peuvent

---

([1]) Provenant de l'herbier du Museum, et obligeamment fournis par M. le Professeur Bureau, que je suis heureux de remercier ici.

([2]) G. Poirault, *Tubes criblés des Filicinées* (*Comptes rendus*, 1891).

être appliquées à d'autres nerfs. Des considérations théoriques m'ont fait penser qu'il en doit être ainsi. Pour commencer, j'ai choisi l'étude du rapport qui existe entre la corde du tympan et la glande sous-maxillaire, ce nerf étant le mieux étudié de tous les autres nerfs salivaires.

» Pour le but que je poursuivais, il fallait déterminer non seulement la quantité de la salive sécrétée dans une unité de temps, mais aussi il fallait suivre de près toutes les variations d'intensité que cette sécrétion peut subir pendant la durée d'une irritation. J'ai atteint ce but par le procédé suivant, très simple du reste. Le conduit salivaire est réuni avec une burette au moyen d'un tube en caoutchouc rempli d'une solution physiologique de chlorure de sodium et aboutissant à une branche latérale dont la burette est munie à cet effet. Dans la burette se trouve un flotteur, un morceau de liège portant une aiguille en verre très fine et ajustée à tracer sur le cylindre. On peut adapter le poids du flotteur de manière que la surface supérieure du morceau de liège coïncide avec le niveau du liquide dans la burette. Dans ces conditions, le flotteur suit complètement tous les mouvements du liquide. Avant chaque nouvelle irritation, le liquide de la burette était ramené à zéro, ce dernier se trouvant toujours au même niveau que la glande du chien en expérience. Comme chaque irritation n'apportait que quelques centimètres de la salive, il n'en pouvait pas se produire une infiltration dans la glande, une fois la sécrétion terminée ou bien affaiblie.

» La première série de mes expériences avait pour but d'explorer les modifications que subit la sécrétion sous l'influence de la fréquence ou de l'intensité de l'irritant, pendant que la glande était placée dans des conditions de la moindre fatigue. Le nerf a été irrité chaque fois pendant une demi-minute, l'irritation suivante ne fut reprise qu'après un intervalle de $4^{m}30^{s}$. Dans une pareille série d'irritations, je modifiais tantôt la fréquence, tantôt l'intensité, de nouveau, l'irritation initiale était appliquée et ainsi de suite.

» La deuxième série des expériences avait pour but de déterminer des effets produits par les changements de la fréquence ou de l'intensité de courants induits durant une irritation prolongée. Cette dernière durait $2^{m}30^{s}$, après quoi la glande se reposait pendant $15^{m}30^{s}$. Pendant que l'on modifiait l'intensité tout simplement en déplaçant la bobine secondaire de l'appareil à chariot, les variations de la fréquence s'obtenaient par une disposition spéciale dont je me servais dans mes recherches précédentes. Cette disposition permet d'envoyer à une seule paire d'électrodes des irritations partant alternativement de deux appareils d'induction différents et dont chacun présente une certaine fréquence et une certaine intensité déterminées d'avance.

» Ces recherches ont démontré que, dans l'appareil sécrétoire, se produisent des phénomènes tout à fait analogues à ceux que j'ai observés sur l'appareil neuro-musculaire. Il n'y a qu'une différence quantitative. Nous avons ici affaire à un appareil physiologique plus tardif; c'est pourquoi les réactions correspondantes s'exercent moins rapidement, et, avec une fréquence de courants moindres, on obtient ce que l'on atteint dans l'appareil neuro-musculaire avec des courants plus fréquents.

» La première série des expériences a démontré que l'optimum de fréquence est, pour la glande sous-maxillaire, environ quarante irritations par seconde, et, à mesure que cet appareil se fatigue, l'optimum se déplace vers des irritations de plus en plus rares. C'est avec ces irritations que l'on provoque la sécrétion la plus abondante. Avec des irritations bien au-dessous de l'optimum de fréquence, la courbe monte, pendant toute la durée de l'irritation, en ligne droite, mais très lentement. Avec des irritations se trouvant bien au-dessus de l'optimum (par exemple 100-250), la courbe monte d'abord assez rapidement, mais se ralentit bientôt et accuse une tendance à passer en une ligne droite parallèle à l'abscisse.

» En variant la fréquence pendant la durée d'une tétanisation prolongée (la deuxième série des expériences), j'ai vu que lorsque la glande a cessé de sécréter, sous l'action des irritations fréquentes, elle commençait de nouveau à sécréter abondamment sous l'influence des irritations plus rares. Si ces dernières ont été bien au-dessous de l'optimum, un nouveau retour aux irritations fréquentes démontrait que la glande, en sécrétant sous l'action des irritations rares, a regagné en même temps le pouvoir de réagir, pendant un certain temps, sous l'influence des irritations fréquentes, ce qui s'exprimait par une accélération de la sécrétion de peu de durée.

» En modifiant, non pas la fréquence, mais l'intensité des courants appliqués, j'ai constaté que la glande, ayant cessé de fonctionner avec des irritations fréquentes et fortes, a recouvert la faculté de réagir par une sécrétion lorsque ces irritations ont été diminuées d'intensité. Certes, tous ces changements ne suivaient pas immédiatement les variations de l'irritant, mais seulement après une certaine période latente plus ou moins longue.

» Il est évident que la suppression de la sécrétion salivaire à la suite des irritations fréquentes et fortes n'est pas l'effet de l'épuisement de la préparation. Pour démontrer que c'est l'effet de l'inhibition, j'ai préparé sur des grands chiens un morceau aussi long que possible de la corde du tympan avec le nerf lingual et j'y ai placé deux paires d'électrodes à une distance aussi grande que possible l'une de l'autre et avec les meilleures conditions d'isolement. En appliquant au moyen de la paire inférieure des irritations *optimum* ou *suboptimum*, j'ai vu que la sécrétion produite par cette irritation se ralentissait ou cessait tout à fait lorsque, à travers la

paire supérieure, le *pessimum* commençait à agir. Il a suffi d'interrompre cette dernière irritation pour que la sécrétion se renouvelât.

» Comme les propriétés des troncs nerveux sont partout les mêmes, il faut également admettre, pour le nerf sécréteur, que ce n'est pas lui, mais bien son appareil terminal qui passe à l'état d'inhibition sous l'influence des courants *pessimum*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action de l'extrait de sang de bœuf sur les animaux atteints de morve.* Note de M. **A. Babes**, présentée par M. A. Chauveau.

« La préparation des substances thermogènes et vaccinales portant sur de grandes quantités de cultures du bacille de la morve, procédé employé pour la première fois dans l'Institut de Bactériologie de Bucharest (*voir* Babes, *Deutsche med. Wochenshr.*, 1891, 14), constitue une opération dangereuse pour le personnel de notre laboratoire. Comme nous savions qu'on peut extraire du sang des animaux réfractaires à certaines maladies des substances propres à servir de remède, vaccin ou réactif de ces maladies, nous avons donc commencé une série de recherches avec des substances inoffensives, d'une part avec la lymphe de grenouilles réfractaires à la rage, et, d'autre part, avec le sang du bœuf, animal doué d'immunité contre la morve.

» On sait, en effet, que le sang des chiens vaccinés contre la rage confère l'immunité aux chiens qui reçoivent une certaine quantité de ce sang en injections (*voir* Babes, *Annales de l'Institut Pasteur;* 1889). La même propriété du sang a été constatée par Behring et Kitasato pour le tétanos et la diphtérie (*Zeitschr. f. Hyg.;* 1892).

» De même, Tizzoni et Cattani ont réussi à extraire du sang des animaux réfractaires au tétanos et à la rage une substance qu'ils ont employée pour guérir ces maladies. D'abord nous avons cherché si le sang du bœuf, réfractaire à la morve, ne renferme pas des substances ayant une certaine action vaccinatoire ou autre sur cette maladie.

» Afin d'en extraire de telles substances nous nous sommes servis de la poudre de zinc qui possède la propriété, très avantageuse, dans les préparations de cette nature, de faire précipiter tous les éléments figurés du

sang, y compris les bactéries, en même temps que la plus grande partie de la séro-albumine.

» La partie filtrée du sang traité de cette manière ne contient donc que les albumoses, enzymes et ptomaïnes qui existaient dans ce sang, et c'est justement à ces corps qu'on attribue les propriétés toxiques, thermiques, vaccinales, etc., du sang.

» Le procédé employé pour extraire la substance active du sang de bœuf est assez simple.

» Le sang obtenu par saignée est recueilli dans un ballon stérilisé, laissé en repos quelques heures, à une basse température. On y ajoute une certaine quantité d'eau et ensuite, petit à petit, la poudre de zinc en agitant le ballon très énergiquement. On filtre le mélange.

» La liqueur filtrée, qui est claire, faiblement colorée, brune-verdâtre, est traitée par le sulfure de potassium, afin d'éliminer les traces de zinc dissous; on filtre de nouveau et l'on concentre le tout dans le vide, à la température de 35° C. dans un appareil spécial.

» Le résidu est ensuite dissous dans un mélange à parties égales d'eau et de glycérine stérilisées. C'est cette solution que nous avons employée dans nos expériences.

» Cette substance possède la propriété de provoquer une fièvre intense chez les animaux morveux.

» Les premières expériences ont été faites avec les cobayes. L'observation clinique des animaux en expérience a été recueillie sous la direction de MM. Locusteanu et A. Motoc, à l'École vétérinaire de Bucharest.

» *Première expérience.* — On injecte $0^{cc},25$ extrait de sang de bœuf à un cobaye morveux (orchite morveuse assez prononcée.)

Température avant l'injection.	Température après l'injection.						
Midi.	1h.	2h.	3h.	4h.	5h.	6h.	7h
38°,7.....	39°,9	40°	40°,1	40°,3	40°	39°,7	39°

» La température revient ensuite à 38°.

» Deux cobayes, l'un mâle, l'autre femelle, ont été injectés avec de la morve virulente. Après la manifestation des premières lésions morveuses chez le cobaye mâle, on lui injecte 1^{cc} extrait de sang; la même dose est injectée à un cobaye sain.

» Nous donnons ici les températures observées chez les deux animaux.

	Température avant l'injection.	Température après l'injection.										
	10h.	10h30.	11h30.	12h30.	1h30.	2h30.	3h30.	4h30.	5h30.	6h30.	7h30.	8h30.
Cobaye morveux.	38°4	39°9	40°1	40°5	39°9	39°8	39°8	39°8	39°6	39°4	39°5	39°5
Cobaye sain.....	38°2	38°7	38°6	38°8	38°5	38°6	39°6	38°6	38°9	38°5	38°3	38°2

» Le cobaye femelle, morveux, de même qu'un cobaye de contrôle, ayant reçu chacun $0^{cc},5$ extrait de sang, ont présenté les températures suivantes :

	Température avant l'injection.	Température après l'injection.									
	10h.	11h.	12h.	1h.	2h.	3h.	4h.	5h.	6h.	7h.	8h.
Cobaye morveux.....	38°6	39°3	39°1	39°5	39°4	39°2	39°9	39°5	39°2	39°1	39°0
Cobaye sain.........	38°2	38°6	38°7	38°5	38°6	38°6	38°7	38°7	38°5	38°6	38°9

» Toutes nos expériences sur les cobayes ont donné constamment le même résultat : absence de réaction chez les animaux sains, réaction fébrile intense chez les animaux atteints de morve, après l'injection de l'extrait de sang de bœuf.

» Nous avons entrepris de même une série d'expériences sur des chevaux sains et morveux.

» Treize sujets ont été consacrés à cette étude comparative. Sur les sujets sains, il n'y eut aucune variation de température. Parmi les suspects, les uns se comportèrent comme les sujets sains, les autres présentèrent de l'hyperthermie après l'injection : l'autopsie démontra que ces derniers seuls étaient atteints de morve. Enfin, sur tous les morveux, on constata l'élévation de la température dans les six à dix premières heures qui suivirent l'injection.

» Pour expliquer cette élévation de température chez les animaux morveux, il faut nous rappeler le fait constaté par le regretté Bouley, que différentes substances irritantes et en putréfaction produisent chez les chevaux morveux une recrudescence de la maladie, de même que la réaction fébrile déterminée pour la première fois par nous, avec un extrait de culture des bacilles de la morve.

» On peut donc supposer que les animaux morveux sont plus susceptibles aux substances thermogènes que les animaux sains et que le sérum

du sang de bœuf renferme de telles substances en dose faible, de sorte que ce sont seulement les animaux malades, qui sont susceptibles à leur action. Cependant nos recherches récentes laissent prévoir que le sérum de bœuf possède aussi une action spécifique, thérapeutique et vaccinale dans cette maladie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le blizzard du 6 au 7 décembre 1892.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« J'ai eu l'honneur, à plusieurs reprises, de communiquer à l'Académie des Sciences les résultats obtenus par l'application des lois électrodynamiques en Météorologie pratique, au point de vue d'une prévision du temps qu'on peut appeler *cosmique*. J'ai émis l'hypothèse, que l'activité solaire se manifeste, par de puissantes décharges électriques, à travers l'atmosphère et la couronne solaire dans l'espace interplanétaire, et que tous les phénomènes solaires peuvent être imités par des décharges électriques, dans un espace rempli de poussières; le maximum de décharges ayant lieu quand les régions troublées de la surface solaire se trouvent en face de la Terre et près du méridien central du disque du Soleil. J'ai admis une autre cause de décharges électriques due au passage des essaims périodiques d'étoiles filantes et de bolides, dont le potentiel électrique doit être très différent de celui de l'atmosphère et du globe terrestre.

» Un exemple de cette influence cosmique, produisant des perturbations atmosphériques, magnétiques et sismiques, très puissantes et très étendues, atteignant parfois le globe entier, s'est produit en décembre 1892 comme en avril et novembre 1882, et en décembre 1886 (1) : l'atmosphère a été bouleversée pendant le passage de taches énormes sur le disque du Soleil du pôle nord au pôle sud, en même temps que se produisaient de puissantes perturbations magnétiques sur toute la Terre, et que des aurores boréales paraissaient même à l'équateur.

» Depuis le 5 décembre 1892, des perturbations atmosphériques considérables se sont produites sur l'Europe entière, elles ont commencé dans l'Europe septentrionale; pendant la nuit du 5 au 6 décembre 1892, un

(1) *La Météorologie du Soleil et la prévision du temps, en* 1886; l'épouvantable orage de neige du 5 au 9 décembre 1886 s'est produit aux mêmes jours qu'en 1882 et 1892.

blizzard effroyable a traversé le Danemark et la Suède, a tourné ensuite vers le sud et a continué sa marche sur l'Allemagne orientale et l'Autriche détruisant les chemins de fer et interceptant toute communication en Bohême, en Galicie, en Silésie autrichienne et prussienne, en Moravie et à Vienne. Le 7 décembre, Vienne était tout à fait isolée, il en était de même de Budapest.

» Aujourd'hui 9 décembre, les lignes de Galicie et la ligne méridionale de chemin de fer hongrois, sont encombrées de telles masses de neige, qu'on ne peut fixer encore la date de la reprise du trafic. En Autriche et en Bohême, pendant quarante-huit heures, les communications postales n'ont été possibles que par messagers; en Prusse, en Posen et en Silésie, la plupart des chemins de fer ont suspendu toute circulation. Le maximum du vent et de la neige était observé à Hambourg le 7; à Berlin, Magdebourg et Rügenwaldermünde, Kœnigsberg le 7; à Breslau le 6 décembre; à Dresde, la neige tombait pendant douze heures; aux montagnes de la Bohême, la neige atteint $1^m,5$, de même aux montagnes de Lausitz. En Angleterre, le blizzard du 6 décembre (¹) a aussi suspendu les communications par les voies ferrées, la neige atteint en Écosse une hauteur de $0^m,3$; en Suède, des côtes de Haparanda à Gothenbourg, de nombreux naufrages; à Messine, en Sicile, dans la nuit du 6 au 7, violente tempête et beaucoup de naufrages.

» Depuis le 2 décembre 1892, la photographie du Soleil a montré des zones très blanches de trois diamètres solaires; les 3 et 4, le ciel est couvert, il y a chute de neige; le 5 décembre, on observe deux grands groupes de taches près du méridien central; le 6 décembre, zones solaires très blanches et elliptiques, baisse barométrique énorme à Prague ($718^{mm},3$), orage à neige dans la nuit du 6 au 7 en Bohême; le 8 décembre, neige, pendant une éclaircie, nombreuses taches observées près du méridien central et sur le disque entier, entourées de facules très étendues et très vives; la photographie montre des zones très blanches, très nettes et de trois diamètres solaires. Le 6 décembre 1892, cyclone effroyable au Texas, Atalanta; à Paris, le 9 décembre neige abondante. »

M. **Coulon** adresse une Note sur un curieux phénomène d'Ornithologie.

(¹) Le 7 décembre période solaire; du 6 au 13 décembre, passage de l'essaim périodique d'étoiles filantes principal (Taurides).

L'auteur décrit les désordres produits chez un Sansonnet par l'ingestion d'un Lézard. Le reptile a perforé le gosier, et son corps est resté, en partie, engagé dans les parois stomacales.

M. P. **Apéry** adresse un Mémoire « Sur la vitesse des combinaisons chimiques de différents corps en dissolution ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 décembre 1892.

Les Reptiles fossiles des bassins du Rhône, par le Dr L. Lortet, Directeur du Muséum, Doyen de la Faculté de Médecine de Lyon. Lyon, Georg, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards).

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, 1890-1891. Grenoble, Breynat et Cie, 1892; 1 vol. in-8°.

G. A. Hirn, sa vie, sa famille et ses travaux, par le Dr Fandel et E. Schwœrer. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Étude sur la cathédrale de Beauvais; par M. Léon Benouville, Architecte du Gouvernement. Paris, 1892; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Studii sulla fillossera della vite. Relazione a S. E. Il Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio di Felice Franceschini, Professore della R. Scuola superiore di Agricoltura in Milano. Roma, Bertero, 1892; 1 br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 novembre 1892.)

Note de M. *G. Le Cadet*, Observations de la comète Holmes :

Page 867, ligne 9, Nov. 15. $10^h 37^m 21^s$, comète δ app., *au lieu de* $+37^\circ 42' 51'',0$ *lisez* $+37^\circ 42' 36'',1$.

(Séance du 5 décembre 1892.)

Note de M. *W. Kilian*, Sur l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Gréoulx :

Page 1024, ligne 19, *au lieu de* Vorlaves, *lisez* Valaves.
Même page, ligne 23, *au lieu de* berriatien, *lisez* berriasien.
Même page, ligne 28, *au lieu de* Echinospanagus, *lisez* Echinospatangus.
Même page, ligne 28, *au lieu de* plan, *lisez* flanc.
Même page, ligne 29, *au lieu de* à peu près, *lisez* très peu.
Page 1025, note, ligne 3, *au lieu de* techniques, *lisez* tectoniques.
Même page, ligne 11, *au lieu de* phéline, *lisez* philine.
Même page, note, ligne 5, *au lieu de* Pardaillan, *lisez* Sardaillan, et ligne 10, même note, *au lieu de* sédiments, *lisez* ridements.
Page 1026, ligne 1, *au lieu de* coïncident aussi pour diverses assises avec..., *lisez* coïncident aussi, pour diverses assises, avec...

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1892,

PRÉSIDÉE PAR M. D'ABBADIE.

M. D'ABBADIE prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS,

» Avant de décerner nos prix, parlons un peu des chers défunts perdus pour nous dans cette année. Leurs noms et une mention, même sommaire, de leurs principaux travaux inciteront nos jeunes savants à tâcher de les égaler et parfois même à mieux faire, car les bornes actuelles de la Science touchent à une région encore inconnue où il reste bien des questions douteuses à élucider et plus d'une découverte à faire.

» Au 30 décembre dernier, notre Section de Médecine et de Chirurgie perdait le dernier de ses élus. Didier-Dominique-Alfred Richet s'est fait connaître par des études et des opérations trop nombreuses et spéciales pour que je m'arrête à les décrire. A ce savant chirurgien on doit la découverte de l'anesthésie locale, qui, dans certains cas, pare aux dangers du chloroforme. Richet a inventé aussi son ignipuncture ou méthode pour porter un cautère dans l'intérieur des tissus profonds. Il avait résumé sa science dans plusieurs publications. Depuis plus de trente ans, tous ceux qui se sont adonnés à l'art de guérir ont fait une partie de leurs études

dans le *Traité pratique d'Anatomie médico-chirurgicale*, la *Physiologie* et la *Clinique chirurgicale* de Richet. Grand praticien, toujours actif et précis, il a fait en outre au moins trois mille leçons comme professeur.

» La mort de Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Bréau a été, le 12 janvier, notre première douleur dans l'année actuelle. Né dans les Cévennes, il pratiqua d'abord la Médecine; puis, se laissant entraîner par son goût pour l'Histoire naturelle, il alla sur nos côtes de l'Océan afin d'y étudier les mollusques et les zoophytes. On remarqua ses premiers travaux, et il fut appelé à une chaire du Muséum. Serres venait de créer l'enseignement de l'Anthropologie, et notre Confrère consacra quarante années de sa vie à cette science toute moderne.

» Quatrefages était un adversaire convaincu du transformisme et il a réfuté cette doctrine en prenant ses arguments dans les faits cités par les partisans qu'il combattait; mais sa polémique a toujours été courtoise. Il n'oubliait jamais que la charité envers des professeurs dissidents est à la fois le plus digne et le plus haut apanage d'un académicien. Il a puisé ses arguments dans toutes les branches de l'Histoire naturelle, y compris la Paléontologie, et en conclut à la fixité des espèces. Il applique enfin cette dernière loi à l'espèce humaine et montre la très grande probabilité que les hommes descendent d'un ancêtre commun. C'est l'opinion vulgaire en Europe, mais il était utile de la démontrer scientifiquement. Dans nos voyages, nous avons rencontré la même croyance parmi les sauvages de l'Afrique intérieure.

» Aux champions du progrès par le transformisme M. de Quatrefages dit avec raison que, au lieu de chercher dans des rêveries *ce qui peut être,* il vaut mieux se borner à bien constater *ce qui est*. Cependant l'illustre naturaliste Darwin disait qu'il aimait mieux être critiqué par M. de Quatrefages que loué par tout autre. Jamais flatteur n'a rendu un plus grand hommage à un loyal adversaire.

» C'est le 5 mars que Jean-Pierre-Edmond Jurien de la Gravière nous a quittés pour toujours. Il était un de ces marins qui promènent de mer en mer le drapeau, la langue et la douce influence de notre patrie, et qui ne sont bien à leur aise que dans l'immensité de l'Océan.

» Fils d'un Vice-Amiral, il appartenait à une de ces vieilles familles bretonnes où le courage, la loyauté et la foi sont un trésor héréditaire. A seize ans il entra dans la marine, devint capitaine de vaisseau vingt-deux ans plus

tard, et fut nommé Vice-Amiral à l'âge de cinquante ans. Son caractère était un heureux mélange de douceur, de prudence et de hardiesse. Il combattit en Chine et en Crimée; plus tard il fut commandant en chef. On sait assez que les flatteurs abondent à la cour des rois et combien il est difficile d'y faire entendre la vérité : Jurien, devenu chef de la triste expédition du Mexique, eut néanmoins le courage d'en prédire l'insuccès. Sa franchise lui coûta son commandement : son maître reconnut trop tard son erreur et tâcha de la réparer en nommant Jurien son aide de camp.

» Les grands caractères se font connaître dans l'adversité. Quand l'Empire fut tombé en France, Jurien offrit à l'Impératrice de la conduire d'abord à un port d'embarquement, et ensuite jusqu'à l'asile qu'elle choisirait en pays étranger. Cette noble femme refusa pour ne pas le compromettre, lui dit qu'il se devait uniquement à la France, et s'en alla en Angleterre sans une escorte digne de sa grandeur passée.

» Rendu à la paix, Jurien fit comme César jadis, comme Vauban chez nous : il se mit à écrire, et publia successivement *un Voyage dans les mers de Chine, les Souvenirs d'un Amiral* et *la Marine d'autrefois*. L'Académie française le récompensa en le choisissant pour son élu. Il a publié ensuite *la Marine d'aujourd'hui,* deux volumes sur les stations du Levant et neuf autres Ouvrages sur la Marine.

» Quand il est mort, à l'âge de quatre-vingts ans, le doyen d'âge de notre Académie s'écria, en vieux marin qui s'y connaît : « Jurien était l'honneur » de la Marine française ». Un Suffren ou un Surcouf n'aurait pas désiré une épitaphe plus glorieuse.

» Pierre-Ossian Bonnet naquit dans le beau midi de la France, se distingua au collège de Montpellier, entra ensuite à l'École Polytechnique, cette pépinière de savants, et renonça aux carrières qu'elle lui offrait, car il préféra se livrer sans réserve à l'étude de la Géométrie et à l'enseignement. Il a inventé la Géométrie des surfaces et plusieurs autres solutions de problèmes que nous ne mentionnons pas, parce qu'il est au moins difficile de les faire entendre à une grande assemblée.

» Si la science des Mathématiques pures a l'inconvénient de n'être comprise, dans ses découvertes, que par ses adeptes, elle a du moins le grand avantage de prouver l'exacte vérité de toutes ses innovations. Dans notre siècle utilitaire, quelques personnes demandent à quoi bon ces ingénieuses déductions, ces combinaisons savantes. On répond que leurs résultats sont vrais et que personne ne peut dire qu'ils ne deviendront pas un jour utiles.

A ces critiques trop hâtives on cite entre autres l'ellipse, ou cercle un peu aplati, dont les antiques géomètres grecs avaient légué les propriétés aux géomètres de l'avenir : elles sont restées sans usage pendant plus de mille ans, jusqu'au jour où Képler découvrit que toutes les planètes décrivent des ellipses autour du Soleil. On a pu dès lors calculer les marches et situations de ces astres errants.

» Ossian Bonnet a siégé pendant trente années dans notre Section de Géométrie; il est mort le 22 juin, à l'âge de soixante-treize ans, après avoir eu la consolation de voir devenues classiques les méthodes toujours élégantes et précises qu'il avait inventées.

» Trois jours après la mort d'Ossian Bonnet, nous perdîmes aussi le directeur de l'Observatoire de Paris : Ernest-Amédée-Barthélemy Mouchez. Né à Madrid de parents français, mais élevé à Versailles, il entra dans la marine à l'âge de seize ans, s'embarqua en sortant de l'École Navale, et étudia les chronomètres, en constatant dans ces instruments si délicats des caprices dont les causes restent encore à expliquer. Dans les mers de l'Inde et de la Chine, dans les parages de Terre-Neuve comme en Océanie, il levait les plans de tous les mouillages et s'initiait à la pratique de l'Astronomie en observant et discutant les erreurs résiduelles des longitudes.

» Plus tard, nous apprenions qu'il commandait un petit navire dans la République Argentine et qu'il remontait le Paraguay sur une longueur de 320^{km}, levant toujours avec soin les sinuosités de cette belle rivière. Mouchez prenait goût à ce travail, car il alla ensuite faire l'hydrographie des 4000^{km} de côtes qui bornent le Brésil.

» Il semble qu'un travail de ce genre, fait sous l'empire du feu sacré qui animait Mouchez, ait les caractères d'une œuvre qui reste à jamais. Il n'en est rien, car les côtes de l'Océan, comme les rives des fleuves, sont modifiées nuit et jour par les variations des courants. L'Hydrographie sera toujours à refaire : Mouchez eut donc raison de revoir les rivages de l'Algérie et de la Tunisie, si bien relevés par ses devanciers.

» Ces énormes travaux en Hydrographie furent appréciés au Bureau des Longitudes, où il fut élu avant de partir pour l'île isolée et désolée de Saint-Paul, afin d'observer le passage de Vénus, en 1874. Il courut là des dangers réels, tant du côté du ciel que sur terre et sur mer; mais un vrai marin est toujours prêt à affronter les périls. A son heureux retour en France, Mouchez fut nommé contre-amiral et élu dans notre Académie.

» Parvenu, à ce qu'il semblait, jusqu'au sommet de sa carrière, il aurait

pu alors se livrer au repos, mais sa nature ardente le portait toujours à de nouveaux efforts. On lui donna la direction de l'Observatoire de Paris, restée vacante à la mort si regrettée de l'illustre Le Verrier. Mouchez, dès son entrée en fonctions, établit à Montsouris une école d'instruction pratique pour enseigner aux officiers de notre flotte à déterminer avec la dernière précision la latitude et la longitude.

» Son amour de l'exactitude le porta à demander le transport de l'Observatoire hors de Paris, et il est revenu à plusieurs reprises sur cette grande question, qui n'est pas encore résolue.

» Mais son beau projet de photographier les millions d'étoiles est le couronnement de sa carrière. Pour la première fois dans l'histoire du monde, un simple savant a réussi, sans intervention diplomatique, à enrôler dans cette œuvre magique jusqu'à 18 observatoires de nationalités diverses. C'est à l'Astronomie qu'on doit ainsi le premier pas vers l'union de tous les peuples civilisés, et dans les siècles à venir ses historiens diront toujours que ce projet est dû à Mouchez, amiral français.

» L'un de nos huit Associés étrangers, Sir George Biddell Airy, mourut le 2 janvier, à l'âge de quatre-vingt-dix ans. Il était l'astronome royal d'Angleterre, dirigea l'observatoire de Greenwich pendant quarante-six années et fonda l'usage de réduire et publier promptement toutes les observations astronomiques. Si cette pratique avait régné ailleurs, la découverte de la planète Neptune, faite à Paris par Lalande, n'aurait pas été méconnue pendant plus de soixante ans, jusqu'aux recherches de Laugier. Au début de sa gestion, Airy calcula environ 8000 observations de la Lune, accumulées par ses prédécesseurs, et, pour abréger cet énorme labeur, il réduisit en mesures décimales leurs notations sexagésimales, en reproduisant celles-ci à la fin de ses calculs. Il est curieux de constater qu'on n'ait pas songé à supprimer ces deux conversions en faisant graduer décimalement tous les instruments employés. Ce sera le souci de l'avenir.

» Dans sa dévorante activité, et sans diminuer en rien le nombre des observations usuelles établies avant lui, Airy adjoignit un système régulier de mesures magnétiques, d'abord toutes les deux heures et ensuite d'une manière continue au moyen de la Photographie. Après avoir étudié, par des expériences, l'influence des navires en fer sur leurs boussoles, il inventa des formules de correction pour en obtenir les vrais azimuts magnétiques.

» En Géodésie, ce savant eut à résoudre un problème rare dans la pra-

tique. Pour établir la frontière entre les États-Unis et le Canada, il fallait tracer une droite, longue de 112^{km}, à travers un terrain en forêts, semé de nombreux obstacles. Ayant calculé les azimuts à suivre et voulant abréger ce grand travail, Airy décida de partager en deux troupes les officiers qui en étaient chargés et de les faire marcher l'une vers l'autre : quand ils se rencontrèrent vers le milieu de cette longue ligne, ils n'étaient séparés que par une distance de 103^{m}. Airy avait passé plusieurs semaines à former ces officiers pour leurs opérations.

» Nous le trouvons ensuite occupé avec Struwe à mesurer un arc du parallèle, à déterminer le meilleur écartement des rails dans les voies ferrées et à mesurer les vibrations causées dans son observatoire par les passages des trains. Il parvint ainsi à empêcher la construction d'un chemin de fer à travers le parc de Greenwich.

» Sans parler des trois éclipses totales du Soleil qu'il est allé observer en Suède, en Italie et en Espagne, on doit noter le grand instrument qu'il imagina pour observer la Lune hors du méridien et la curieuse lunette qu'il établit pour mesurer une étoile zénitale à son passage au méridien. On peut s'en servir pour étudier les fluctuations reconnues de nos jours dans les latitudes.

» La théorie enseigne que l'intensité de la gravité est moins forte au fond d'une mine qu'à la surface de la terre : Airy entreprit de mesurer cette différence en 1826 et 1828, où des accidents firent échouer les expériences. Il n'était pas homme à se laisser rebuter, et plus d'un quart de siècle après il constata une différence de $2^{s},25$ sur la durée totale d'un nombre égal d'oscillations du pendule observées à la surface en vingt-quatre heures. Ce beau travail mérite d'être répété en France.

» Nous craignons de fatiguer l'attention en nommant tous les autres travaux de cet éminent astronome. A l'âge de quatre-vingts ans, il quitta son observatoire pour se consacrer à former des Tables de la Lune, qu'il laissa inachevées après sept années de calculs. Sa biographie complète mérite d'être écrite par un savant; car, avec Bessel, Struwe, Hansen, Le Verrier et Delaunay, Airy est, en Europe, l'un des six plus grands astronomes de notre siècle.

» Un de nos dix Académiciens libres, Léon-Louis Chrétien-Lalanne est décédé le 12 mars. Élève aussi de l'École Polytechnique, et devenu plus tard inspecteur général des ponts et chaussées, il a rendu des services éminents au corps dont il faisait partie, et cela tant par l'enseignement que

par des modèles et des méthodes de calcul qui sont appréciés et utilisés par tout ce corps savant.

» Lalanne a inventé l'arithmoplanimètre qui, pour les transports de terres, économise les neuf dixièmes du temps consacré avant lui. Ses Tables graphiques ont été approuvées par Lamé et Cauchy; ses abaques peuvent souvent remplacer la règle à calcul et montrer à première vue des solutions approchées, dont la dernière exactitude exige des calculs longs et pénibles, pour faciliter la rédaction des projets de routes; enfin son abaque spécial permet de résoudre les équations du troisième degré. Habile aussi dans la pratique des travaux, Lalanne a exécuté 500^{km} de voies ferrées en France, en Suisse et en Espagne.

» Nous nous gardons d'énumérer tous les travaux de Lalanne, parce que notre confrère, M. Chambrelent, prépare une Notice spéciale pour rendre un hommage aux mérites de ce défunt confrère.

» Parmi nos Correspondants, la mort nous a enlevé le marquis de Caligny, bien connu par ses inventions hydrauliques; Gilbert, le savant mathématicien à l'Université de Louvain; Abria, physicien à Bordeaux, et Adams, le célèbre directeur d'observatoire, à Cambridge, en Angleterre.

» Nos Correspondants, MM. de Helmholtz, de Berlin, et Van Beneden, de Louvain, ont été élevés dans cette année au rang de nos Associés étrangers. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1892.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Hermite, Darboux; Picard, rapporteur.)

La question mise au concours était la suivante :

Détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée.

Dans une Note additionnelle, l'attention des concurrents était appelée sur un Mémoire célèbre de Riemann où une voie nouvelle est ouverte pour traiter cette importante question. Dans ce travail, le grand géomètre introduit une transcendante $\zeta(s)$ qui joue dans son analyse un rôle capital. Malheureusement plusieurs propriétés essentielles de cette fonction ne sont qu'énoncées et ce sont ces lacunes que l'Académie demandait de combler.

Un des théorèmes énoncés par Riemann a été démontré il y a quelques années par M. Stieltjes; ce savant analyste a établi que les racines de la fonction $\zeta(s)$, abstraction faite de racines réelles immédiatement obtenues, sont de la forme $\frac{1}{2}+ai$, a étant réel. Mais la proposition fondamentale pour les applications arithmétiques restait à démontrer. Dans un travail sur l'approximation des sommes de fonctions numériques, notre regretté confrère Halphen, ne voulant pas s'appuyer sur un théorème aussi incertain, s'était vu obligé d'interrompre ses recherches, et il écrivait en 1885 : « Avant qu'on sache établir le théorème de Riemann (et il est vraisemblable

que Riemann ne l'a pas su faire), il faudra de nouveaux progrès sur une notion encore bien nouvelle, le genre des transcendantes entières. »

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1 semble s'être souvenu des paroles d'Halphen, et c'est à l'étude du genre des fonctions entières qu'il a consacré tous ses efforts. On sait qu'une fonction entière est dite de genre n si elle peut se mettre sous la forme d'un produit de facteurs primaires dans lesquels le polynôme qui figure en exposant dans l'exponentielle est de degré n. M. Poincaré a fait connaître, il y a quelques années, un théorème important sur les fonctions de genre n; il a établi que, si l'on développe une telle fonction suivant les puissances de la variable, le coefficient de x^m multiplié par la racine $(n+1^{\text{ième}})$ du produit des m premiers nombres tend vers zéro quand m croît indéfiniment. Il paraissait bien vraisemblable qu'un théorème, en quelque sorte réciproque, c'est-à-dire permettant de décider du genre d'une fonction entière d'après l'ordre de grandeur du terme général, ne pouvait exister. Il n'en est rien cependant et c'est là précisément l'intéressante découverte du Mémoire qui nous est soumis. L'auteur établit que, *si le coefficient de x^m est de l'ordre de* $\frac{1}{(1.2\ldots m)^{\frac{1}{\lambda}}}$, *la fonction sera de genre* E, *en désignant par* E + 1 *l'entier immédiatement supérieur à* λ. Quand λ est entier, un doute subsiste : le genre peut être égal à λ ou à $\lambda - 1$.

La démonstration du théorème précédent est très délicate et dénote un esprit profond et pénétrant. Sans l'analyser ici, disons seulement que l'auteur, rangeant les racines d'une fonction entière d'après l'ordre croissant de leurs modules, commence par établir une formule fondamentale qui fait connaître le produit des modules des p premières racines sous la forme de la *limite supérieure* d'une certaine fonction des coefficients. Il peut alors montrer que, si le coefficient de x^m dans une fonction entière est de l'ordre de $\frac{1}{(1.2\ldots m)^{\alpha}}$, la module de la $p^{\text{ième}}$ racine croît au moins aussi vite que p^{α}; c'est là le point essentiel dans la démonstration.

Nous ne pouvons nous dispenser de citer, parmi les applications générales de ces théorèmes, la réponse à une question posée depuis longtemps. Quelle dépendance y a-t-il entre le genre d'une fonction entière et celui de sa dérivée? Cette réponse est bien simple : La dérivée d'une fonction de genre E est *en général* de genre E et *au plus* de genre E + 1.

L'étude du genre de la fonction $\zeta(s)$ n'offre plus maintenant aucune difficulté. En introduisant au lieu de $\zeta(s)$ la fonction paire que Riemann

appelle $\xi(s)$, on peut démontrer sans peine que cette fonction, considérée comme dépendant de s^2, est du genre *zéro :* c'est le théorème dont la démonstration avait jusqu'ici été cherchée en vain.

On voit suffisamment l'importance du Mémoire qui vient d'être sommairement analysé. Ce beau travail montre une fois de plus que, même dans l'étude d'une question spéciale, il arrive un moment où l'on ne peut avancer qu'en s'élevant au-dessus du cas particulier et en ne craignant pas de se poser des problèmes plus généraux. Il va au delà des espérances qu'avait pu concevoir l'Académie en mettant la question au concours. Aussi la Commission, ne pouvant d'ailleurs prendre en considération un Mémoire signé de son auteur et d'un caractère trop élémentaire inscrit sous le n° 2, est-elle unanime à accorder le grand prix des Sciences mathématiques au Mémoire n° 1, portant pour épigraphe cette phrase de Pascal :

« L'art.... de démontrer les vérités déjà trouvées et de les éclaircir de telle sorte que la preuve en soit invincible est le seul que je veux donner. »

L'auteur de ce Mémoire est M. **Hadamard**.

PRIX BORDIN

(question posée en 1888).

(Commissaires : MM. Poincaré, Darboux, Picard, Hermite, Jordan; Appell, rapporteur.)

La forme d'élément linéaire dont l'étude a été proposée, d'abord en 1888, puis en 1890, comme sujet du prix Bordin, a été rencontrée par Liouville, dans ses recherches sur les surfaces auxquelles s'applique la méthode de Jacobi pour la détermination des géodésiques des quadriques. Cette même forme d'élément s'est présentée à Massieu et à Bour dans les travaux qu'ils ont publiés, à la suite de M. Bertrand, sur les intégrales des problèmes de Dynamique, puis à Dini dans la théorie de la représentation géodésique des surfaces les unes sur les autres; elle intervient encore, avec une autre forme, dans le Mémoire de M. Lie sur les surfaces dont les géodésiques admettent des transformations infinitésimales (*Math. Annalen*, t. XX). A côté du problème de M. Lie, M. Darboux en a posé un autre plus général, qui consiste à déterminer les éléments linéaires dont les géodésiques possèdent plusieurs intégrales quadratiques : après avoir indiqué des catégories de surfaces admettant trois ou cinq intégrales quadratiques, il a signalé un élément linéaire d'une grande généralité qui en possède

deux et une équation différentielle aux fonctions mêlées, dont l'intégration fournirait tous les éléments partageant cette propriété. A un autre point de vue, M. Weingarten a donné, dans les *Göttinger Nachrichten* pour 1887, un élément linéaire de la forme de Liouville, avec la détermination de toutes les surfaces correspondantes.

Tel était l'état de la question quand elle fut mise au concours par l'Académie. Le problème proposé peut être envisagé sous deux points de vue différents, suivant que l'on cherche seulement les formes d'éléments linéaires pour lesquelles l'équation des lignes géodésiques admet une ou plusieurs intégrales quadratiques distinctes, ou suivant que l'on essaye, après avoir découvert une de ces formes, de déterminer les surfaces correspondantes.

Le Mémoire n° 3 fournit une solution élégante et complète de la question envisagée sous le premier point de vue. L'auteur trouve d'abord, par des calculs directs, les éléments linéaires qui admettent trois ou plus de trois intégrales quadratiques : il montre que les surfaces correspondantes sont applicables sur certaines surfaces de révolution ou sur des surfaces à courbure totale constante. Dans le cas où le nombre des intégrales quadratiques est exactement deux, au lieu de recourir à des calculs fastidieux, il emploie une méthode lumineuse fondée sur la considération des types essentiels d'éléments linéaires et sur l'emploi d'un principe *de réciprocité* qui permet de déduire, de solutions connues, de nouvelles solutions du problème. Par l'application de ce principe aux diverses formes de Liouville que peut prendre l'élément linéaire du plan ou de la sphère, l'auteur est amené à construire des formes d'éléments pour chacune desquelles il existe deux intégrales quadratiques. Il démontre ensuite que les éléments linéaires ainsi construits sont les seuls qui possèdent cette propriété : sa méthode, fort ingénieuse, repose sur des considérations empruntées à la théorie des fonctions et présente un caractère de généralité qui permet d'en déduire une théorie de la résolution des équations aux fonctions mêlées. L'auteur complète sa solution en montrant que les surfaces qui admettent deux intégrales quadratiques pour leurs lignes géodésiques sont représentables sur un plan, de telle façon que les images des géodésiques forment un réseau tangentiel quelconque de coniques ; la surface est applicable sur une surface de révolution ou sur une surface à courbure constante, suivant que les coniques du réseau touchent deux ou trois droites fixes.

Ayant ainsi résolu complètement, sous le premier point de vue, le problème posé par l'Académie, l'auteur donne encore, comme une conséquence immédiate de sa belle méthode, la solution du problème que M. Lie a posé sans le résoudre entièrement. Pour arriver à déterminer tous les éléments linéaires dont les géodésiques admettent des transformations infinitésimales, il faut particulariser les solutions du problème précédemment traité, en déterminant certaines constantes arbitraires : une remarque simple ramène de dix à deux le nombre des essais à faire et conduit aux types cherchés d'éléments linéaires. Les coniques du réseau tangentiel correspondant aux lignes géodésiques sont alors tangentes à une droite fixe et aux trois côtés d'un triangle variable inscrit dans une conique et circonscrit à une autre conique.

Nous espérons avoir fait ressortir, dans cette courte analyse, le remarquable talent d'un géomètre qui a su employer, avec un égal succès, les méthodes de la Géométrie moderne et celles de la théorie des fonctions.

Le Mémoire n° 2, malheureusement incomplet, est également l'œuvre d'un géomètre de mérite. Dans une première Partie, il renferme, sous une forme concise, la démonstration des théorèmes donnés dans le Mémoire n° 3 sur les surfaces dont l'élément linéaire possède trois ou plus de trois intégrales quadratiques; puis il contient l'indication des intégrations à faire pour trouver les formes de Liouville d'un élément linéaire donné, suivant qu'il existe deux, trois ou plus de trois intégrales quadratiques. L'auteur ne se préoccupe pas de la détermination des éléments linéaires admettant exactement deux intégrales quadratiques. Mais, dans une deuxième Partie, il se place au second point de vue, sous lequel on peut envisager le problème proposé, et traite une question dont aucun des autres concurrents ne s'est occupé. Il cherche un élément linéaire de Liouville tel, qu'on puisse déterminer *toutes les surfaces correspondantes*. En appliquant une méthode d'intégration de M. Darboux, il trouve un élément qui remplit ces conditions et qui comprend, comme cas particulier, la forme donnée en 1887 par M. Weingarten. Une première rédaction du Mémoire n° 2 ayant été déposée à l'Académie en 1890, avec ce résultat, cette nouvelle forme d'élément appartient bien à l'auteur, quoiqu'elle ait été donnée aussi en 1891, sous une forme plus élégante, par M. Weingarten (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 707). A la fin de son travail, l'auteur cherche les éléments linéaires pour lesquels les coordonnées des surfaces correspondantes ne contiennent qu'une fonction arbitraire. Cette partie est inachevée; l'au-

teur indique seulement l'existence d'un cas très général, sans donner l'expression de l'élément linéaire.

Le Mémoire n° 4 doit aussi être signalé. Dans une première Partie, l'auteur, après avoir établi un théorème qui se trouve également dans le Mémoire n° 2 sur les surfaces dont les lignes d'égale courbure sont parallèles, démontre, pour les intégrales linéaires et quadratiques de l'équation aux cercles géodésiques, plusieurs propositions intéressantes qui sont en partie des réciproques de théorèmes de M. Darboux, en partie des généralisations de théorèmes de M. Massieu. Il s'occupe ensuite des surfaces admettant plusieurs intégrales quadratiques pour leurs géodésiques. Portant enfin son attention sur les éléments linéaires avec deux intégrales seulement, il traite la question qui a été résolue dans le premier Mémoire (n° 3). Ce Chapitre du travail présente deux phases bien distinctes : l'auteur emploie d'abord la voie des dérivations successives, qui le conduit à des calculs fort longs sans l'amener au résultat final; puis, changeant de méthode, il suit une marche analogue à celle du Mémoire n° 3, en partant de la *loi de réciprocité* et d'une loi dite *de passage* pour former, *a priori*, des éléments linéaires, et se servant ensuite de la théorie des fonctions pour prouver que ces éléments sont les seuls qui remplissent les conditions demandées; la conclusion est exacte, mais certains des raisonnements prêtent à de graves objections. D'ailleurs, quand bien même ces raisonnements auraient été irréprochables, la priorité des méthodes et des résultats n'en serait pas moins acquise à l'auteur du Mémoire n° 3, car les passages du Mémoire n° 4 que nous venons d'analyser ont été déposés bien après la clôture du concours. Dans cette partie du travail, qui se termine par quelques propositions relatives au problème de M. Lie, se trouve le théorème suivant, donné également dans le Mémoire n° 3 : les éléments linéaires des surfaces de révolution avec deux intégrales quadratiques sont représentables géodésiquement les uns sur les autres.

Dans une autre Partie, l'auteur, désireux de traiter aussi la question envisagée sous le second point de vue, cherche des surfaces de Liouville rentrant dans une catégorie de surfaces donnée à l'avance. Il arrive à déterminer toutes les surfaces réglées et toutes les surfaces spirales possédant la propriété demandée, en employant, d'une part, le théorème énoncé au début de cette analyse, et, d'autre part, la voie du calcul direct. Mais, dans cet ordre d'idées, la question résolue par l'auteur du Mémoire n° 2 doit être regardée comme beaucoup plus importante.

Un quatrième Mémoire, inscrit sous le n° 1, contient surtout des consi-

dérations théoriques qui, en dehors de quelques théorèmes donnés aussi dans les autres Mémoires, ne fournissent aucun résultat saillant.

La Commission propose de décerner le prix Bordin au Mémoire n° 3, et d'accorder une mention honorable à chacun des Mémoires nos 2 et 4. Elle émet le vœu que le Mémoire couronné soit imprimé dans le *Recueil des Savants étrangers*.

Ces conclusions sont adoptées.

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 3 est M. **Gabriel Kœnigs**.

Conformément aux désirs exprimés par les auteurs, il a été procédé à l'ouverture des plis cachetés qui accompagnent les Mémoires nos 2 et 4. M. le Président a proclamé, pour le Mémoire n° 2, le nom de M. **Otto Ohnesorge**, et, pour le Mémoire n° 4, le nom de M. **Louis Raffy**.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Picard, Jordan ; Poincaré, rapporteur.)

Si l'on exprime les coordonnées d'un point d'une courbe algébrique de genre 1 par des fonctions elliptiques, l'introduction de ces transcendantes met en évidence bien des propriétés de ces courbes qui auraient pu échapper au chercheur s'il n'avait possédé que les seules ressources de l'Algèbre. C'est là une source importante d'applications des fonctions doublement périodiques à la Géométrie. Il peut paraître naturel de généraliser cette méthode et d'étudier, par des procédés analogues, certaines catégories de surfaces. On avait cependant jusqu'ici peu travaillé dans cette voie ; aussi, en y pénétrant, les analystes pouvaient-ils être assurés d'y rencontrer une ample moisson de découvertes.

C'est ce qui a décidé l'Académie à mettre la question au concours ; son attente n'a pas été trompée ; un seul Mémoire, il est vrai, a été déposé au Secrétariat, mais les résultats qui y sont démontrés sont d'une très grande importance et conduisent à la solution de plusieurs problèmes intéressants. Les surfaces hyperelliptiques, c'est-à-dire les surfaces telles que les coordonnées d'un quelconque de leurs points peuvent s'exprimer par des fonctions quadruplement périodiques, sont de deux sortes. Il peut arriver, en effet, qu'à chaque point de la surface corresponde un seul point du champ hyperelliptique, ou bien plusieurs points de ce champ. Les surfaces de la

première classe sont celles de M. Picard; mais on connaît depuis longtemps une surface de la deuxième classe à laquelle est attaché le nom de Kummer.

La plus grande partie du Mémoire est consacrée à la théorie de la surface de Kummer; bien que cette surface ait déjà fait l'objet des travaux d'un grand nombre de géomètres allemands, l'auteur a découvert beaucoup de propriétés nouvelles dont quelques-unes s'énoncent fort élégamment. Il s'attache surtout à l'étude des courbes tracées sur la surface. On sait quelles difficultés présente la classification des courbes gauches et, en particulier, de celles qui sont tracées sur une surface donnée. Cette question, abordée par notre regretté confrère Halphen, lui avait inspiré un Ouvrage justement admiré de tous les géomètres, et couronné autrefois par l'Académie de Berlin.

Le problème a été résolu complètement par Halphen pour quelques surfaces, pour celles du second degré par exemple. Grâce à l'emploi des fonctions abéliennes, l'auteur du Mémoire fait pour la surface de Kummer ce qu'Halphen avait fait pour les quadriques. Il étudie en outre, avec de grands détails, les surfaces inscrites dans celle de Kummer, les relations de la surface de Kummer avec sa réciproque, les surfaces adjointes à celle de Kummer.

Quatre Chapitres sont consacrés à l'étude des surfaces de M. Picard et des courbes que l'on peut tracer sur elles. Le plus important est celui où se trouve établie la liaison entre les fonctions hyperelliptiques et les surfaces adjointes à une surface hyperelliptique donnée.

Revenant enfin aux surfaces hyperelliptiques de la deuxième classe, l'auteur étudie celles qui sont telles qu'à chacun de leurs points correspondent deux couples d'arguments, et il montre que ces surfaces correspondent point par point à celle de Kummer.

En résumé, le Mémoire qui est soumis au jugement de l'Académie contient l'étude complète de plusieurs surfaces intéressantes et de leurs relations avec les fonctions abéliennes; c'est là une conquête très précieuse pour la Géométrie, et qui ne sera pas non plus inutile à l'Analyse pure, puisqu'elle nous aidera à nous représenter d'une manière plus concrète les propriétés de ces transcendantes. La Commission a donc été unanime à proposer de décerner le prix Bordin à l'auteur du Mémoire portant pour épigraphe :

Pendent opera interrupta.

L'auteur de ce Mémoire est M. **Humbert**.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Jordan, Boussinesq; Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Francœur à M. **Mouchot**.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Poincaré, Darboux, Picard; Maurice Lévy, rapporteur.)

Votre Commission décerne le prix Poncelet, pour l'année 1892, aux deux auteurs du célèbre pont du Forth, le plus grand pont métallique du monde. Il franchit, à une hauteur du 47^m au-dessus du niveau des plus hautes mers, le golfe du Forth qui, en ce point, a une largeur de près de 2400^m, et supprime une lacune dans les communications, par voie ferrée, entre Édimbourg et le nord de l'Écosse. Il a été conçu et exécuté par deux ingénieurs dont l'un, dès longtemps célèbre, Sir **John Fowler**, et dont l'autre, plus jeune, Sir **Benjamin Baker**, s'est acquis, dans l'œuvre dont il s'agit, un juste et universel renom.

Il comprend, outre deux viaducs d'approche ayant ensemble 769^m de longueur et dont nous ne parlerons pas, quatre travées, à savoir : deux travées de rive de 207^m et deux grandes travées centrales de 521^m de portée ([1]).

Il est construit dans un système qui avait déjà été réalisé, mais sur une échelle beaucoup moindre, aux États-Unis, sous le nom de *Cantilever bridge* (ponts équilibrés).

Qu'on se représente, dans l'estuaire du Forth, trois socles en maçonnerie fondés sur le terrain solide, émergeant à peine au-dessus du niveau des plus hautes mers et espacés, d'axe en axe, d'environ $582^m,50$. Sur chacun de ces socles est implanté un pylône, c'est-à-dire un échafaudage métallique de 100^m de hauteur, à base rectangulaire de

---

([1]) Le viaduc de Garabit a 165^m de portée et cette portée n'a guère été dépassée en Europe; celle du pont du Niagara, le plus grand pont non suspendu des États-Unis, est de 246^m.

36^{m},68 de longueur parallèlement au fil de l'eau et d'une largeur, à savoir : de 79^{m} pour le pylône central, et de 44^{m} pour chacun des deux pylônes voisins.

Ces échafaudages ne sont pas constitués, comme c'est l'usage, par un grand nombre de pièces savamment assemblées entre elles. Quatre colonnes placées aux quatre sommets de la base rectangulaire de chaque pylône s'élancent d'un jet jusqu'au sommet; elles sont reliées deux à deux par des colonnes diagonales s'élançant de même de la base au sommet de l'édifice, de sorte que chacune des quatre faces de 100^{m} de hauteur est formée par quatre pièces seulement : deux colonnes verticales et deux colonnes diagonales. Si l'on y joint deux cadres rectangulaires et horizontaux reliant les quatre colonnes verticales en leurs sommets et à leurs pieds, on aura toute l'ossature d'un pylône.

Pour le pylône central, il y a encore une troisième colonne verticale au milieu de la face.

On demeurerait déjà stupéfait devant la hardiesse d'une pareille construction; mais ce ne sont là que les trois piles ou supports de l'ouvrage et les vides de 521^{m} compris entre deux pylônes voisins, comme ceux de 207^{m} compris entre les deux pylônes extrêmes et les extrémités des deux viaducs d'approche, sont couverts par une construction plus audacieuse encore.

Aux deux faces latérales de chaque pylône sont accolées deux consoles à claire-voie de 207^{m} de portée dans le vide, de sorte que le pylône central, avec ses deux consoles, forme une construction métallique d'une hauteur de 100^{m}, d'une longueur horizontale de près d'un demi-kilomètre (environ 494^{m}), ne touchant au sol que par une seule base d'appui, à savoir : la base du pylône, c'est-à-dire un rectangle de 79^{m} sur 36^{m},68.

Chacun des deux pylônes de rive, flanqué de ses deux consoles, forme une structure analogue, ne différant de la précédente que par sa longueur, qui est de 458^{m} au lieu de 494^{m}, et par sa base d'appui, qui n'est que de 44^{m} sur 36^{m},68 au lieu de 79^{m} sur 36^{m},68.

Ce sont ces constructions, ne portant sur le sol que par un seul appui, qui justifient le nom de *ponts équilibrés, Cantilever bridge,* donné à ces ponts. Un pylône, avec ses deux consoles, constitue, en effet, une gigantesque balance dont le fléau, formé par les deux consoles, aurait près de 500^{m} de longueur et serait porté par une colonne-support de 100^{m} de hauteur.

Les consoles ne sont pas plus massives que les pylônes; elles le sont

moins s'il est possible. A leur jonction avec leurs pylônes, elles ont la hauteur de ceux-ci, soit 100^m. Cette hauteur diminue progressivement, de sorte qu'elle n'est plus que de $10^m,36$ à leurs extrémités libres.

Chacune de leurs deux faces est formée d'une nervure supérieure partant du sommet du pylône, d'une nervure inférieure partant de la base du pylône, c'est-à-dire d'un point placé à 100^m en contre-bas du précédent. Ces deux nervures ont chacune une longueur de 207^m et, sur cette longueur, elles sont reliées, en tout, par six croisillons inclinés de la gauche vers la droite et six croisillons inclinés en sens inverse et faisant diagonales avec les précédentes, de sorte que ce porte-à-faux de 207^m est constitué par deux poutres dont chacune est formée d'un long cadre croisillonné par douze croisillons seulement, les deux poutres étant, bien entendu, solidarisées par des pièces transversales. Les mailles de ces cadres sont donc plus formidables encore que celles des pylônes. Les plus grandes, qui sont contiguës aux pylônes, ont 100^m de hauteur sur 50^m de largeur et sont formées uniquement de trois côtés d'un trapèze et ses deux diagonales.

Le trapèze n'est même pas complet, c'est-à-dire qu'on n'a pas pris la peine de relier les nervures supérieure et inférieure par des pièces verticales, même là où leur écartement est de près de 100^m.

Les extrémités voisines de deux consoles ne se rejoignent pas. Elles sont séparées par un espace vide d'environ 107^m. Il est couvert par un pont à poutres droites ordinaires, de sorte que, non seulement les extrémités des consoles des travées centrales ne sont pas portées, mais elles portent un pont, lui-même gigantesque, puisqu'il est formé de poutres de 107^m de longueur, de 10^m de hauteur, hauteur égale à la moitié de celle d'une maison à six étages de Paris. Un tel pont constituerait déjà par lui-même un ouvrage fort estimable; mais il semblerait bien minime avec ses 10^m de hauteur, comparé aux grandes mailles de 50^m des pylônes et des consoles, si ces mailles n'allaient très judicieusement, et à la grande satisfaction de l'œil, en diminuant progressivement à mesure qu'on s'éloigne des pylônes pour marcher vers le vide, où les pièces sont moins longues et plus serrées.

Les consoles extrêmes sont supportées par les culées des viaducs d'approche, de sorte que les travées extrêmes ne sont que des demi-arcs ou des demi-travées, comme cela a lieu à la passerelle de Grenelle, établie à l'occasion de l'Exposition de 1878, et qui était bien (il n'est pas sans intérêt de le constater, d'autant plus que l'honneur en revient à un ingé-

nieur mort dans la force de l'âge et du talent, M. Bartet) un *cantilever* avec un degré de rigidité de plus; comme le projette aussi M. Jean Resal au pont Mirabeau, qui est un cantilever dont les consoles voisines viennent se rejoindre, de sorte que la poutre centrale devient inutile et est remplacée par une simple articulation. C'est cette articulation qui n'existe pas à la passerelle de Grenelle. L'arc central y est rigide.

L'ensemble du pont du Forth est d'un bel aspect, quoique, vu de la mer, il ne puisse, faute d'un terme de comparaison, être apprécié à sa véritable grandeur.

De près, le regard ne peut pas l'embrasser d'ensemble ; à distance, l'œil rapetisse ses grandes mailles et les réduit aux proportions auxquelles il est accoutumé, et, comme elles sont en petit nombre, il rapetisse l'ouvrage tout entier. C'est un effet qui se produit aussi dans les sites trop grandioses pour notre regard, que nous offre la nature. C'est ainsi que la Jungfrau, vue de la Wengernalp, apparaît avec les proportions d'un simple glacier qui serait placé à une portée de fusil.

A la tour Eiffel, l'effet est différent. Déjà les édifices voisins suffiraient à en donner la mesure. Mais, en outre, les mailles sont à notre taille, si l'on peut employer cette expression; elles sont petites et nombreuses, ce qui permet à l'œil de décomposer l'ouvrage en ses éléments, et, par suite, d'en apprécier l'étendue.

Mais, au pont du Forth, on n'a pas cherché l'effet à produire. Ce qu'on a voulu, en exagérant les dimensions des vides, c'est de donner le moins de prise possible au vent. Il semble que, en composant leur œuvre, les auteurs aient eu constamment sous les yeux la catastrophe du pont du Tay emporté, par un coup de vent, en 1879.

Ils ont parfaitement réussi. Lorsqu'on se tient sur le pont au moment du passage d'un train de chemin de fer, on ne peut s'empêcher d'admirer qu'ils aient pu concilier ces deux termes contradictoires du problème qu'ils avaient à résoudre : constituer un ouvrage présentant un grand poids et une grande rigidité pour une très faible surface exposée au vent.

En le résolvant, ils ont, du même coup, atteint un autre but : la surface présentée au vent est aussi celle présentée en tout temps, a l'air calme, c'est-à-dire à l'oxydation : elle est donc faible; d'autre part, les pièces, étant peu nombreuses, sont massives et peuvent supporter l'oxydation; les assemblages eux-mêmes sont peu nombreux et plus faciles à exécuter robustes, sur de grandes pièces. Par toutes ces raisons, l'ouvrage est assuré de la plus longue durée possible. En 1872, l'un de nous préco-

nisait, au moins sur le papier, ces conditions si difficiles à réaliser, et si merveilleusement réalisées ici ([1]).

La description qui précède est bien sommaire et bien insuffisante; mais l'œuvre parle assez par elle-même. Avec la tour de 300^m de l'Exposition de 1889, elle aura singulièrement contribué à élargir le domaine de l'art des constructions métalliques.

L'une montre qu'on peut franchir des vallées de toute profondeur, l'autre qu'on peut franchir des vallées ou des bras de mer de toute largeur; et, si jamais on construit le pont sur la Manche préconisé par quelques-uns, le pont du Forth lui aura servi de préface et d'exemple. L'Académie ne pouvait se désintéresser d'une œuvre où tant de sciences ont trouvé leur application. Elle sera unanime à envoyer, sous la forme modeste dont elle dispose, le témoignage de son admiration à ses deux illustres auteurs.

La Commission se reprocherait de clore ce Rapport sans rappeler que, parmi les éminents collaborateurs de Sir **John Fowler** et de Sir **Benjamin Baker**, se trouvait un ingénieur français, M. Coiseau, Ingénieur en chef de la maison Couvreux-Hersent, qui a fait le fonçage des caissons des fondations.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Lévy, Paris, Sarrau;
M. Bouquet de la Grye, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Hédouin.

Le Ministère de la Marine entretient sur le littoral de la Manche et de l'Océan un bâtiment-école destiné à fournir des pilotes à la flotte militaire.

([1]) Maurice Lévy, *Statique graphique*, 1re édition; 1874. *Mémoire sur les systèmes qui, à volume égal de matière, présentent le maximum de résistance.*

Ces marins d'élite, recrutés au concours, sont astreints à une étude incessante des chenaux et des dangers; ils s'attachent à connaître les alignements que les navires peuvent suivre à l'abri de tout risque, procédé d'une exactitude mathématique, le seul d'ailleurs qui puisse être pratiqué avec sécurité dans des parages où il faut compter avec les courants.

Le navire des pilotes, sur lequel se succèdent des commandants et des officiers de choix, a, depuis plus de vingt-cinq ans, d'abord comme assistant, puis comme professeur, M. **Hédouin** qui est arrivé aujourd'hui au grade le plus élevé de ce service, celui de pilote major de la flotte.

L'un des anciens commandants de l'École de pilotage, M. de Courthille (aujourd'hui contre-amiral), chargé de rédiger en 1880 une partie des instructions nautiques de la côte nord de France, tenait à faire figurer le nom de M. Hédouin à côté du sien, dans le titre de son Ouvrage, et s'exprimait en ces termes dans l'Introduction :

« Tous les travaux faits par mes prédécesseurs depuis la création de l'école, dans le but de rendre plus facile la navigation sur la côte, ont été soigneusement résumés dans le cours de pilotage professé aux élèves-pilotes depuis plus de douze ans par le pilote de la flotte Hédouin.

» Nous ne pourrons donc mieux faire que d'associer à notre œuvre le nom du pilote instructeur Hédouin, dont l'aptitude et l'expérience, hautement appréciées de ses chefs, s'accroissent chaque année par une étude nouvelle de toutes les parties du littoral. »

M. Hédouin a donc contribué aux progrès de la navigation sur nos côtes, et il mérite d'attirer par là l'attention de l'Académie, mais en outre, il s'est signalé récemment par un travail très intéressant et utile sur les courants de la Manche.

Ces courants ont été l'objet de nombreuses études de la part des hydrographes français et anglais, et nous pouvons citer, parmi les premiers, les noms bien connus des ingénieurs Monnier, Givry, Keller, Gaussin, Estignard.

On peut dire toutefois, d'une façon générale, que les diagrammes fournis par eux étaient réellement trop compliqués pour être utilisés sans une étude parfois assez longue. La condensation des observations en avait altéré la clarté.

M. Hédouin, en puisant dans les publications antérieures et en groupant les résultats connus, complétés par ses propres observations, permet de les utiliser immédiatement.

A l'imitation des dépouillements du même genre faits à l'étranger et en

France, pour des régions restreintes de nos côtes, il a dressé des Cartes synoptiques, au nombre de douze, donnant d'heure en heure la représentation de la circulation des eaux dans la Manche, en comptant ces heures avant et après la pleine mer de Cherbourg. L'inspection de ces Cartes suffit pour montrer au navigateur la correction qu'il doit apporter à la direction de sa route pour neutraliser l'effet des courants.

Ces Cartes rendent à la marine un incontestable service; aussi votre Commission a-t-elle cru devoir attribuer au pilote major **Hédouin** une récompense sur le prix extraordinaire de la Marine.

M. **Doyère**, Ingénieur de la Marine, Sous-Directeur de l'École d'application du Génie maritime, est l'auteur d'une méthode nouvelle qui permet de déterminer la stabilité d'un navire de formes quelconques, pour des flottaisons inclinées, à l'aide de calculs beaucoup plus courts que ceux que nécessite l'emploi des différentes méthodes connues antérieurement. Le problème, dont M. Doyère a trouvé une solution aussi simple qu'élégante, a été, en raison de son importance, l'objet des investigations d'ingénieurs très distingués, en France et à l'étranger. Leurs recherches sur la question ont été d'une haute utilité, mais la méthode à laquelle est arrivé M. Doyère est supérieure à tout ce qui avait été trouvé par ses devanciers au point de vue très important de la rapidité et de la simplicité du calcul. En permettant d'obtenir en très peu de temps des données qui sont de la plus haute importance pour la sécurité de la navigation, M. **Doyère** a rendu un service considérable à la science de l'Architecture navale. Votre Commission lui a décerné un prix sur les fonds mis à la disposition de l'Académie par le Département de la Marine.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE).

(Commissaires : MM. Boussinesq, Léauté, Resal, Sarrau ; Maurice Lévy, rapporteur.)

La Commission décerne le prix de Mécanique de la fondation Montyon à M. **N.-J. Raffard**, ingénieur civil, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers, pour l'ensemble de ses inventions, et particulièrement pour sa balance dynamométrique et son accouplement élastique, qui rendent de grands services à l'industrie.

La balance dynamométrique de M. Raffard remplace, avec une grande

supériorité, comme exactitude et comme facilité d'emploi, le célèbre frein de Prony. Déjà, M. Carpentier avait imaginé un frein automatique qui constituait, sur celui de Prony, un grand perfectionnement. Mais le frottement du frein y était équilibré par la *différence* de deux poids, l'un et l'autre très grands, occasionnant, par suite, des résistances passives considérables et de nature à fausser sensiblement les résultats fournis par l'appareil.

M. Raffard a très heureusement complété l'invention de M. Carpentier, en supprimant à peu près complètement l'inconvénient dont nous venons de parler. Son appareil est d'ailleurs simple, élégant et d'un emploi très commode.

L'attelage élastique qui lui appartient complètement résout ce problème très difficile de relier deux arbres en prolongement géométrique l'un de l'autre, à l'aide de liens élastiques, de façon à supprimer ou atténuer considérablement la transmission d'un choc de l'un à l'autre. Cet attelage est notamment très utile pour la connexion des machines dynamo-électriques avec les organes qu'elles doivent actionner ou la machine motrice qui les actionne. En cas d'accident dans celle-ci, tel que la rupture d'une tige de tiroir, les liens élastiques se rompent et la dynamo continue son mouvement, tandis qu'elle serait perdue, étant obligée à un subit renversement de marche, si elle était attelée par lien rigide.

M. **Raffard** a imaginé ou perfectionné bien d'autres appareils. L'un des premiers il a fait des expériences de traction électrique par accumulateurs. Depuis 1874, il est ingénieur-conseil de la maison Bréguet, où il rend, sans bruit, des services journaliers.

On ne saurait mieux appliquer le prix Montyon qu'en le décernant à ce travailleur aussi modeste qu'ingénieux et doué de sens pratique.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Sarrau, Deprez, Resal; de Bussy, rapporteur.)

M. **Augustin Normand** est l'auteur d'études très intéressantes sur la Géométrie du Navire et sur les lois qui régissent la variation de la résistance à la marche en raison des formes de la carène et de la vitesse. Il est le créateur de plusieurs types de torpilleurs qui égalent et surpassent même à certains égards, notamment au point de vue de l'économie du

combustible, ceux qui ont fait la réputation des habiles constructeurs étrangers dont les chantiers sont spécialisés à la production des embarcations rapides. Votre Commission estime que les travaux de M. **Augustin Normand** ont notablement contribué au développement de la navigation à vapeur et lui décerne le prix Plumey pour l'année 1892.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Janssen, Wolf;
Tisserand, rapporteur.)

La Commission demande cette année à l'Académie de vouloir bien doubler le prix, et de le décerner à M. **Barnard**, astronome de l'observatoire de Lick en Californie, et à M. **Max Wolf**, de Heidelberg.

M. **Barnard** a fait, il y a quelques mois, une découverte bien inattendue, celle d'un cinquième satellite de Jupiter. Les quatre satellites de Galilée ont été observés sans relâche, pendant près de trois siècles, à propos des phénomènes si variés qu'ils présentent, par leurs éclipses, leurs passages sur le disque de la planète et ceux de leurs ombres. Il peut paraître surprenant qu'on n'ait jamais aperçu la moindre trace du satellite de M. Barnard, et l'annonce de sa découverte a dû trouver plus d'un incrédule.

Mais le doute n'est plus permis aujourd'hui, en présence de la publication détaillée des observations. Ce qui avait empêché jusqu'ici d'apercevoir le nouveau corps, c'est son extrême faiblesse; il est en effet beaucoup plus difficile à observer que les satellites de Mars, et il a fallu, pour le découvrir, la puissante lunette de l'observatoire de Lick, les conditions favorables qui résultent de l'altitude de la station, et enfin l'habileté de l'observateur. Bien que, en raison de sa petitesse, ce satellite ne doive exercer que des attractions très faibles sur les anciens, sa découverte n'en provoquera pas moins d'intéressantes recherches de Mécanique céleste.

M. **Barnard** a d'ailleurs d'autres titres à la reconnaissance des astro-

nomes; il a découvert une quinzaine de comètes, et a pu en suivre quelques-unes jusqu'à des distances considérables de la Terre et du Soleil; dans un cas, chacune de ces distances était supérieure à six fois la distance de la Terre au Soleil. On peut espérer maintenant que l'on arrivera à observer quelques comètes à courtes périodes dans toutes les parties de leurs orbites, et par suite à déterminer les grands axes avec une précision beaucoup plus grande. M. Barnard a encore découvert quatre compagnons à la comète périodique de Brooks, et ses belles observations sur ce sujet sont le résultat de recherches systématiques et persévérantes, inspirées par la segmentation du noyau de la grande comète de 1882.

On doit à M. **Max Wolf**, un progrès important dans la découverte de petites planètes par la Photographie.

MM. Paul et Prosper Henry avaient déjà réussi à photographier quelques-uns de ces corps, et à mettre en évidence leur caractère planétaire par la traînée lumineuse formée par la série des positions de l'image sur la plaque pendant la durée de la pose. Pour des astres plus faibles, il pouvait arriver qu'en raison même de la longueur de la traînée, l'intensité intrinsèque en chacun de ses points fût trop petite pour être aperçue.

M. Max Wolf a remédié à cet inconvénient par un procédé sur lequel il n'a pas encore donné beaucoup de détails; nous savons seulement qu'il emploie des objectifs doubles, analogues aux objectifs à portraits, et dont les distances focales sont très courtes, relativement aux ouvertures.

Toujours est-il qu'en quelques mois cet astronome a pu reconnaître ainsi dix-sept nouvelles planètes, dont six seulement ont pu être observées dans la suite, à cause de l'état défavorable du ciel.

La découverte des astéroïdes a reçu ainsi une vive impulsion : M. Charlois, en appliquant un procédé semblable à l'observatoire de Nice, a découvert tout récemment plusieurs planètes.

L'emploi judicieux de la Photographie fait donc entrer dans une phase nouvelle la question des petites planètes; il permettra également de les retrouver dans les oppositions suivantes, lors même que l'on ne disposerait que d'éphémérides imparfaites.

M. **Max Wolf** a en outre obtenu à plusieurs reprises des photographies d'étoiles filantes; on lui doit enfin la découverte d'une comète périodique.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Wolf, Janssen;
Tisserand, rapporteur.)

On avait demandé de *perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les planètes dans le mouvement de la Lune.*

Deux Mémoires ont été présentés : l'un, portant pour épigraphe *Luna*, contient de longs développements mathématiques tout à fait analogues à d'autres présentés dans deux concours antérieurs, et qui ont déjà reçu un encouragement.

Le second Mémoire est beaucoup plus court; il apporte néanmoins des simplifications importantes au calcul analytique des coefficients des inégalités à longues périodes, et il fait connaître plusieurs inégalités nouvelles dont l'ensemble, dans des conditions favorables, pourrait atteindre 3 secondes d'arc.

L'auteur de ce second travail est M. **Radau**.

Voulant passer en revue un très grand nombre d'inégalités, afin de découvrir celles qui pourraient être sensibles, il a dû se préoccuper d'abord de simplifier le plus possible le calcul des coefficients de ces inégalités.

Deux Mémoires publiés par M. Hill, en 1884 et 1885, avaient déjà contribué à faciliter ce calcul. M. Radau a étendu d'abord à toutes les parties de la fonction perturbatrice un mode de décomposition employé par M. Hill, d'après lequel chacun des termes est un produit de deux facteurs dépendant seulement, le premier des coordonnées de la Lune, le second des coordonnées de la Terre et de la planète perturbatrice.

M. Radau remarque ensuite que, dans plusieurs cas, le coefficient d'une inégalité à longue période se trouve exprimé par la somme algébrique de nombres très grands qui se détruisent en grande partie, et ne laissent qu'un résidu très faible dont le calcul direct serait très peu précis.

Il évite cet inconvénient en introduisant les combinaisons suivantes

$$\Delta b_s^{(i)} = b_s^{(i)} - \alpha b_s^{(i-1)},$$
$$\Delta^2 b_s^{(i)} = b_s^{(i)} - 2\alpha b_s^{(i-1)} + \alpha^2 b_s^{(i-2)},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

où les fonctions $b_s^{(i)}$ sont les transcendantes bien connues de la Mécanique céleste, dépendant du rapport α supposé plus petit que 1. Les quantités Δ, Δ^2, ... tendent rapidement vers zéro; l'auteur les exprime à l'aide de séries hypergéométriques et donne des formules élégantes qui permettent de calculer leurs dérivées relatives à α aussi facilement que celles des $b_s^{(i)}$.

On trouve aussi dans le Mémoire une formule très commode pour développer suivant les cosinus des multiples des anomalies moyennes de deux planètes le produit d'une fonction de leurs rayons vecteurs par le cosinus d'un argument composé linéairement avec leurs longitudes vraies.

Tout ce qui précède se rapporte à l'action directe des planètes. M. Radau aborde ensuite le calcul de l'effet indirect, provenant des perturbations du mouvement de la Terre, produites par les mêmes planètes. Il établit des formules approchées qui lui permettent de calculer très rapidement cet effet indirect, et cependant avec une précision suffisante, comme le prouve l'accord de ses résultats avec ceux de Delaunay.

Les formules sont ainsi très bien préparées de manière à atteindre le but le plus rapidement possible.

M. Radau dresse ensuite un Tableau des inégalités pour lesquelles le coefficient du temps est très petit dans l'argument correspondant, ce qui pourrait rendre leur influence appréciable; il met en regard les puissances des petites quantités qui accompagnent leurs coefficients, et tendent à diminuer leurs effets. Les inégalités qu'il y a lieu d'examiner sont nombreuses; il y en a plus de 70. Le plus souvent, on voit qu'elles doivent être insensibles, malgré la petitesse du coefficient du temps, eu égard aux puissances élevées des excentricités et des inclinaisons qui les accompagnent. Pour les autres, un calcul plus approfondi est nécessaire, et M. Radau est en mesure de l'effectuer rapidement. Il retrouve en quelques lignes les mêmes résultats que Delaunay, Hansen, MM. Gogou et Neison avaient obtenus péniblement pour les inégalités provenant des actions, directes ou indirectes, de Vénus et de Mars.

Il indique ensuite des inégalités qui avaient échappé aux recherches antérieures.

Nous signalerons notamment celle qui dépend de l'argument $2\varpi - 3J$ (ϖ et J désignent la longitude du périgée lunaire et la longitude moyenne de Jupiter); le coefficient est égal à $0'',20$, et il y a, en outre, une inégalité concomitante à courte période, dont le coefficient est $0'',32$; c'est un beau complément apporté aux recherches de M. Hill, relatives à l'argument $2\varpi - 2J$. M. Radau a trouvé ensuite un résultat important pour l'inégalité

à courte période qui accompagne l'inégalité ayant pour argument

$$2\varpi + 3V - 5T$$

(T et V désignant les longitudes moyennes de la Terre et de Vénus); son coefficient est, en effet, 0",73.

Finalement, M. Radau a trouvé douze inégalités dont les coefficients sont supérieurs à 0",05; leur ensemble peut s'élever, dans des conditions exceptionnellement favorables, à ± 3 secondes d'arc.

C'est un résultat important, quand on se rappelle que Hansen et Delaunay ont poursuivi la recherche du millième de seconde dans les coefficients des diverses inégalités.

Si importants que soient ces résultats, ils ne feront pas disparaître les écarts entre la théorie de Hansen et l'observation, car ces écarts atteignent 30" quand on embrasse l'ensemble des observations depuis 1625; ils sont cependant de nature à régulariser ces écarts, et à faire disparaître dans les observations modernes des désaccords choquants.

Le travail de M. **Radau** est le premier travail d'ensemble, fait sur les inégalités à longues périodes; il réalise un progrès important dans le domaine de la théorie de la Lune, et complète la belle série de recherches exécutées par l'auteur dans les diverses branches de l'Astronomie; la Commission lui décerne un prix sur les fonds disponibles du prix Damoiseau.

Sur les mêmes fonds, la Commission décerne un prix à M. **G. Leveau**, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, pour l'ensemble de ses travaux, commencés depuis près de trente ans, et poursuivis sans interruption jusqu'à l'époque actuelle, et notamment pour ses recherches sur la comète de d'Arrest et sur le mouvement de Vesta.

La comète périodique de d'Arrest présente de grandes difficultés, parce que, à certaines époques, elle passe très près de Jupiter, et éprouve par ce fait des perturbations considérables.

Notre regretté confrère M. Yvon Villarceau avait calculé son mouvement, depuis l'époque de la découverte en 1851, jusqu'à l'apparition de 1864 qui ne put être observée, en raison de circonstances défavorables qu'il avait d'ailleurs prévues. C'est alors que M. Villarceau confia la suite des calculs à M. Leveau dont il avait pu constater les aptitudes spéciales. L'éphéméride calculée par M. Leveau a permis de retrouver la comète en 1870, et de l'observer pendant près de trois mois. Cet astronome a rencontré de grandes difficultés quand il a voulu rattacher les unes aux autres,

avec un même système d'éléments initiaux, les apparitions de 1851, 1858 et 1870; on s'en rendra compte en se rappelant que, dans cet intervalle, les perturbations atteignent presque 15° en ascension droite, et dépassent 7° en déclinaison.

Les calculs de M. Leveau ont permis de retrouver la comète en 1877; ils auraient sans doute donné sa position presque exacte en 1883, si les circonstances n'avaient pas été défavorables.

Enfin, en 1890, la comète a été découverte par Barnard, fortuitement, mais à 8′ seulement de la position calculée par M. Leveau, et encore, pressé par le temps, il n'avait calculé que d'une manière sommaire les perturbations de 1883 à 1890.

Les recherches de M. Leveau sur la comète de d'Arrest représentent un travail considérable, exécuté avec beaucoup d'habileté et de précision.

La théorie de Vesta a été traitée d'une manière tout à fait complète, d'après les méthodes de Hansen, par M. Leveau qui n'y a pas consacré moins de vingt années. Il a publié déjà sur ce sujet trois Mémoires importants dans les *Annales de l'Observatoire,* et le quatrième, qui couronne son œuvre, paraîtra très prochainement. 5000 observations méridiennes, faites de 1808 à 1888, ont été comparées à la théorie qui les représente très fidèlement. On peut dire qu'aucune des petites planètes n'a encore été l'objet d'une théorie aussi complète.

L'auteur a eu le mérite d'approfondir et d'appliquer jusqu'au bout les méthodes de Hansen, qui sont d'un accès difficile.

Si l'on veut bien se rappeler que Damoiseau avait publié dans la *Connaissance des Temps* de 1846 le calcul analytique approché des principales inégalités de Junon et de Cérès, on trouvera qu'un prix Damoiseau est bien employé à récompenser le labeur de M. Leveau.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Wolf, Tisserand; Lœwy, rapporteur.)

M. Puiseux, déjà signalé à l'attention de l'Académie par la part qu'il a prise à l'observation du passage de Vénus en 1882 et par de nombreuses observations de nature diverse, s'est livré depuis plusieurs années à une série de recherches offrant pour l'Astronomie de précision un véritable

intérêt. Deux Mémoires ont été publiés par lui en commun avec l'un de nous. Le premier contient une théorie nouvelle de l'équatorial coudé. Les procédés exposés avec exemples à l'appui, pour la rectification rapide de ce genre d'appareils, seront d'un utile secours aux astronomes appelés à en faire usage.

Plusieurs Chapitres du même Mémoire ont une portée plus générale : ils complètent les théories admises pour l'équatorial droit.

Le second Mémoire, inséré dans les *Annales de l'Observatoire,* renferme la théorie du système optique, formé d'une lunette astronomique et d'un double miroir plan. On y trouve développés les principes qui permettent d'aborder par une voie nouvelle la recherche des constantes de l'aberration et de la réfraction. En ce qui concerne particulièrement l'aberration, la nouvelle méthode emprunte aux circonstances actuelles une importance toute spéciale. On sait, en effet, que les recherches modernes les plus délicates ont fait naître des doutes très sérieux sur la constance des latitudes géographiques. Toutes les méthodes anciennement employées pour l'évaluation de l'aberration deviennent par là suspectes et ne peuvent plus prétendre qu'à une exactitude limitée, tant que la question des latitudes ne sera pas pleinement éclaircie. Seule, cette dernière méthode échappe d'une manière absolue à cette difficulté.

M. Puiseux a, en dernier lieu, exécuté un travail d'observation considérable, à l'aide de ce procédé, pour arriver à la détermination effective de la constante de l'aberration. Ses résultats, rapprochés de ceux qu'un autre observateur a obtenus simultanément, confirment de la manière la plus nette les vues théoriques exposées dans le Mémoire dont il vient d'être parlé.

C'est pour récompenser l'ensemble de ces travaux intéressants que la Commission vous propose de décerner à M. **Puiseux** le prix Valz.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Tisserand, Wolf; Janssen, rapporteur.)

Dans l'histoire des travaux qui ont fondé l'Astronomie physique et plus particulièrement l'Astronomie spectrale, M. **Tacchini** a sa place marquée.

Dès 1870, M. Tacchini prenait une part active aux observations que la

découverte de la méthode spectro-protubérantielle suscitait de toutes parts.

Plus spécialement, il reconnut et observa assidûment les injections métalliques de magnésium, de calcium, etc., qui surgissent de la photosphère et s'élèvent dans les enveloppes gazeuses supérieures. Ses très nombreuses observations ont grandement contribué à éclairer des points importants de la constitution du Soleil.

On lui doit, en outre, la plus grande part dans la fondation d'un recueil important où sont rassemblées, sous sa direction, les observations d'ordre spectroscopique qui se font en Italie. Ce recueil, fondé en 1872, forme un ensemble très précieux pour les travaux spectroscopiques italiens et souvent même pour ceux étrangers à l'Italie.

M. Tacchini a pris une part très active et très distinguée aux principales expéditions qui, depuis un quart de siècle, ont eu pour objet, soit les passages de Vénus et Mercure sur le Soleil, soit les éclipses totales.

M. Tacchini est actuellement directeur de l'observatoire de Rome et du Bureau météorologique central italien. Il a fondé les observatoires de l'Etna, de Catane, etc.

C'est en raison de l'ensemble de ces nombreux et très importants travaux que la Commission a décerné le prix Janssen à M. **Tacchini**.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, Bertrand, général Favé; amiral de Jonquières, baron Larrey, rapporteurs.)

La Commission chargée par l'Académie des Sciences de décerner le prix Montyon de Statistique a reçu cette année six documents distincts. Trois d'entre eux ont dû être écartés comme ne rentrant pas, par leur nature, dans la formule qui définit les conditions d'attribution du prix. Un quatrième document constitue le compte rendu annuel d'un établissement qui a été déjà récompensé par l'Académie, et pour lequel il y a lieu d'at-

tendre qu'un temps plus long se soit écoulé depuis ce premier succès, avant de le remettre à l'étude.

Les deux autres documents dont il nous reste à vous rendre compte sont les suivants (par ordre alphabétique) :

1° Dr **M. Bastié** : *De la population en France. Étude démographique.*

2° Dr **J. Dardignac** : *Statistique hygiénique de la ville de Beauvais.*

Votre Commission a trouvé ces deux productions remarquables, de caractères et de mérites assez différents, mais toutes les deux dignes à un degré égal de la récompense qu'elle est chargée de décerner. Elle croit, après le plus attentif examen, devoir s'abstenir de classer ces deux productions, et a l'honneur de vous proposer, pour faire bonne justice, de décerner à chacune d'elles la totalité du prix, qui cette année serait doublé et dont dispose l'Académie, afin d'attribuer aux deux auteurs susnommés tout à la fois le prix normal de la fondation Montyon et ce prix supplémentaire.

Rapport sur le Mémoire de M. le Dr Bastié : « *De la population en France. Étude démographique* » ; M. de **Jonquières**, rapporteur.

Le manuscrit adressé à l'Académie des Sciences, le 18 février 1892, par M. le Dr Bastié, médecin de l'hospice de Graulhet (Tarn), pour le Concours au prix Montyon (Statistique), sous le titre *De la population de la France. Étude démographique,* est une œuvre consciencieuse, dont l'étendue (400 pages, in-4°) répond à l'importance d'un tel sujet.

Maintenant que le service militaire personnel et obligatoire est devenu la loi de toutes les puissances continentales européennes, la nation la plus forte, au point de vue militaire, sans préjudice des autres, doit être, toutes choses égales d'ailleurs, celle qui possède la population la plus nombreuse. A ne l'envisager que par ce seul côté, la question étudiée par M. Bastié est donc une de celles qui offrent le plus grand intérêt pour notre pays, où la faiblesse relative de la natalité prend, depuis plusieurs années, les proportions d'un véritable péril national.

Les travaux de ce genre sont pour nous d'une incontestable *actualité*, et il est d'autant plus juste de les encourager, qu'ils présentent des difficultés nombreuses. Ils impliquent, en effet, des recherches patientes et délicates, exigent beaucoup d'application dans l'analyse de faits très complexes, supposent du savoir et de la sagacité pour en démêler les causes, du jugement pour en apprécier la portée et en indiquer, s'il se peut, le re-

mède. Comment en serait-il autrement? De telles spéculations touchent à la morale, à la politique et à la législation, à l'économie politique, à la climatologie et à l'hygiène, à la géographie et aux relations internationales, enfin au degré d'avancement de la Science, de l'Industrie et du Commerce.

Une matière si vaste, où s'agitent de si graves intérêts, a souvent exercé les méditations des moralistes, des philosophes, des hommes d'État, des économistes, et tenté la plume des publicistes. On devait donc s'attendre à rencontrer, dans le Mémoire de M. Bastié, des traces nombreuses des travaux de ses devanciers; mais l'auteur ajoute à ce bagage commun, plus ou moins ancien, plusieurs contributions nouvelles, puisées dans des recherches de Statistique, auxquelles il mêle des vues personnelles dignes d'attention. A côté des emprunts faits à des travaux antérieurs, il donne des Tableaux, relevés par lui-même, de l'état civil de la commune de Toulouse, de l'année 1871 à l'année 1884, ceux du mouvement de la population du département du Tarn pendant une durée de cinquante et une années (1820-1871), enfin ceux du même mouvement dans la commune de Labessière-Candeil. Pour ce qui regarde le reste de la France, pendant le siècle dernier jusqu'à la fin du règne de Louis XV, c'est particulièrement dans Buffon qu'il puise ses renseignements.

Il est difficile d'en trouver ailleurs d'aussi compétents, surtout quand on veut remonter plus haut, car les registres de l'état-civil ont disparu dans un grand nombre de localités pendant les guerres civiles ou étrangères qui ont précédé le XVIIIe siècle.

L'esprit, sage et modéré, dans lequel le Mémoire de M. Bastié est écrit, s'annonce, dès les premières lignes, par cette citation de Montesquieu, que l'auteur prend pour épigraphe :

« ... Lorsqu'un État se trouve dépeuplé par des accidents particuliers, des guerres, des pestes, des famines, il y a des ressources : les hommes qui restent peuvent conserver l'esprit de travail et d'industrie; ils peuvent chercher à réparer leurs malheurs, et devenir plus industrieux par leurs calamités mêmes. Le mal est lorsque la dépopulation vient de longue main, par un vice intérieur... (*Esprit des lois* ...). »

Une analyse, même succincte, des *trente* Chapitres dont se compose l'Ouvrage de M. Bastié, dépasserait les limites imposées au présent Rapport.

Nous devons nous borner à dire que l'auteur n'y reste pas au-dessous de sa tâche, soit qu'il étudie la mortalité suivant les âges, les sexes et les saisons de l'année; soit qu'il traite de l'influence du climat (dans son état normal et dans ses exceptions), et des professions exercées par les habi-

tants; soit enfin qu'il décrive les effets des guerres, des maladies sporadiques et épidémiques, ou des vices qui conduisent à l'alcoolisme, à la syphilis, à l'abus du tabac et de l'opium, et qui hâtent lamentablement la dégénérescence de l'espèce humaine.

Ces derniers fléaux, dont l'homme se fait volontairement le complice, conduisent l'auteur à faire (Chap. XXIX) cette mélancolique réflexion :

« Ainsi, tandis que la médecine et l'hygiène, perfectionnées et agrandies par les découvertes et les travaux des savants illustres qui, tels que les Jenner, les Pasteur, les Lister et autres, sont l'honneur et les bienfaiteurs de l'humanité, tendent à diminuer, ou même à supprimer dans certains cas, l'action meurtrière des agents morbifiques; pendant que les progrès de la civilisation et des sciences physiques et chimiques augmentent incontestablement la somme d'aisance et de bien-être des classes populaires, et paraissent leur ouvrir un horizon indéfini de prospérité et de bonheur, on voit se former un courant contraire : de nouvelles maladies, des causes d'affaiblissement et de dégénérescence surgissent de toutes parts et tendent à rétablir l'équilibre, de sorte que le contingent de la mort n'est guère diminué, et que le rapport qui, dans le plan de la Création, existe entre la *production* et la *destruction* demeure à peu près invariable. »

« Cette loi inéluctable de la Nature, dit-il ailleurs, ni les miracles de l'Industrie, ni les découvertes de la Science ne la peuvent supprimer, et toute notre ambition, à nous autres Français, doit se borner à ce qu'elle ne s'exerce pas sur notre nation avec plus de rigueur que sur celles qui nous environnent. »

Le seul correctif à un tel état de choses se trouverait, comme chez certains peuples, dans un accroissement relatif de la natalité, mais il faudrait, pour cela, que les lois de la nature fussent observées fidèlement dans le mariage, comme elles l'étaient en France au XVIIe siècle, et même au XVIIIe, où l'on comptait, en moyenne, de quatre à cinq et jusqu'à six enfants par ménage. Malheureusement, depuis que la société française s'est enrichie et s'est laissée dominer par le luxe, l'amour du bien-être et l'égoïsme, l'état des choses a bien changé! Les Tableaux de l'état civil révèlent une diminution progressive dans les naissances, et comme ils signalent en même temps un accroissement dans le nombre des mariages, on est bien forcé de chercher l'explication de ce fait regrettable dans une cause d'ordre moral, qui porte les parents à réduire volontairement le nombre de leurs enfants en rendant leur union moins féconde. Cette violation des lois du mariage, non

moins préjudiciable (la statistique le constate) à la santé des époux qu'à la conservation de la puissance publique, dont le développement de la population est l'un des principaux facteurs, est un symptôme de l'affaissement du sens moral; c'est le *vice intérieur*, pour parler comme Montesquieu, et le signe certain d'une décadence peut-être irrémédiable. Elle a pour causes, outre le goût du luxe et l'amour du bien-être : les suggestions de l'esprit d'égalité qui, sous une Constitution démocratique, pousse les individus à l'uniformité des conditions et, par suite, comme l'accroissement des revenus, nécessaire pour en approcher au moins, n'est pas facultatif, à la réduction des charges de la famille; la loi sur les successions qui, à côté de certains avantages, contribue à détruire la propriété et la famille; la perte, au XVIII[e] siècle, de celles de nos colonies qui favorisaient le mieux l'émigration du surplus de notre population; enfin, le discrédit dans lequel, depuis un siècle, les écrivains ayant le plus d'action sur l'opinion publique ont, à l'envi, sapé les croyances et, avec elles, les prescriptions, toutes conformes aux règles de la morale et du bon sens, qui en découlaient.

Après tant de ruines accumulées comme à plaisir par la vanité ou par l'inconscience, il y aurait tout un travail de reconstruction à accomplir, dans lequel le législateur pourrait essayer d'intervenir, notamment en rétablissant les *tours*, tout au moins en créant une assistance officielle pour les filles-mères que les lois accablent aujourd'hui, et en autorisant, avec les précautions nécessaires, la recherche de la paternité. Cette action du législateur, sous quelque forme qu'elle puisse s'exercer, venant se joindre aux conseils de la Religion, serait au moins une digue opposée à l'entraînement des mœurs et au relâchement des consciences et mériterait d'être essayée.

Le Mémoire, présenté par M. le D[r] Bastié, est, comme on le voit, fondé sur des recherches étendues et des études sérieuses, animé du plus ardent et du plus pur patriotisme, empreint des sentiments les plus élevés. A ces divers titres, il mérite d'être récompensé par l'Académie des Sciences.

En conséquence, la Commission décerne le prix Montyon de Statistique à M. **Bastié**.

Rapport sur le Mémoire du D[r] Dardignac : « *Statistique hygiénique de la ville de Beauvais* »; M. le baron **Larrey**, rapporteur.

Le D[r] **Dardignac**, médecin-major de 1[re] classe au 50[e] d'infanterie, avait adressé d'abord à l'Académie des Sciences, pour la Commission du prix de

Statistique, un manuscrit transformé ensuite par lui en un volume intitulé : *Des conditions de l'hygiène de Beauvais. Statistique;* 1892. Cet Ouvrage, un grand volume in-8° de 256 pages, avec 16 planches coloriées, 32 tableaux de chiffres, etc., offre, dans la forme, une statistique laborieuse entreprise par l'auteur, en juillet 1890, chez les militaires malades confiés à ses soins.

» Une poussée de fièvre typhoïde bien caractérisée provenait de l'agglomération des habitants, atteints de la même maladie, dans les quartiers encombrés de la ville. Cette influence étant reconnue, le médecin-major conseilla l'éloignement provisoire de ce foyer épidémique. Son conseil suivi eut un premier résultat satisfaisant et permit d'assainir le casernement tout entier. Quinze jours d'attente avaient suffi néanmoins pour hospitaliser quatre-vingt-douze malades de fièvre typhoïde. Après quoi, l'état sanitaire devint excellent à la caserne, malgré la persistance de l'épidémie en ville et dans les salles civiles de l'Hôtel-Dieu.

L'auteur du livre, admettant que la *Statistique est la base de la Médecine publique,* a poursuivi ses recherches dans une vue d'ensemble *sur le sol, l'eau et le climat*, d'après l'enquête d'une quinzaine d'années. C'est ainsi qu'il a fait l'étude complète de l'hygiène générale de la ville de Beauvais.

Il insiste sur la question de la mortalité générale et de ses causes pour démontrer que la mortalité moyenne et locale est supérieure à la mortalité générale, d'après la statistique comparée à l'ensemble de la population française.

Ces recherches prouvent la permanence de la fièvre typhoïde sur le territoire de Beauvais, tandis que la part de l'élément militaire dans la mortalité de ce territoire reste très minime.

Cette mortalité est due aux maladies appelées zymotiques ou par fermentation et, en particulier, à la fièvre typhoïde qui domine la mortalité de Beauvais. La ville est bâtie, depuis des siècles, au milieu d'une sorte de cuvette, où s'amasse l'émanation d'un foyer de matières fécales, non dissoutes dans l'eau, malgré les travaux multipliés de dérivation de ce foyer délétère.

Ajoutons, d'après M. Dardignac, que 50 maisons sur 100 se trouvent dépourvues de fosses d'aisance et communiquent directement avec les canaux prétendus d'eau potable ou alimentaire, devenant ainsi elle-même cause directe ou immédiate de fièvre typhoïde.

L'auteur complète ses recherches statistiques, en observant la fièvre typhoïde dans le milieu militaire, depuis une quinzaine d'années, ainsi

que l'hygiène des casernes. Il en réclame justement l'extension et la salubrité contre les influences de l'encombrement; d'où le danger accru, selon nous aussi, de la persistance des influences typhoïques.

La conclusion à tirer des recherches du Dr **Dardignac**, c'est qu'en attendant la réalisation complète de ses vœux, son livre, très bien fait, mérite les encouragements de l'Académie. C'est pourquoi le rapporteur de la Commission le déclare digne du prix Montyon de Statistique.

L'Académie a approuvé les conclusions de la Commission.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Fremy, Friedel, Troost, Schützenberger, Moissan; Arm. Gautier, rapporteur.)

M. G. **Bouchardat** professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris avait, déjà en 1874, publié une série de recherches sur la mannite, la dulcite, et en général sur les sucres et leurs dérivés qui lui firent alors attribuer une partie du prix Jecker.

Depuis, tout en continuant ces premiers travaux, avec une patience peu commune et un succès bien mérité, il a repris l'étude d'une série de composés qui avaient fait l'objet des études de Dumas, Ch. Sainte-Claire Deville, de MM. Berthelot, Kekulé, etc., pour ne citer que les plus illustres, série sur laquelle il semblait qu'il n'y eût plus qu'à glaner quelques faits nouveaux; je veux parler de la famille des carbures térébéniques.

Nulle étude peut-être, en Chimie organique, n'est plus délicate que celle des hydrocarbures de cette série et de ses dérivés, que la chaleur, la lumière, l'air, le temps, etc., modifient ou polymérisent, qui s'unissent à l'eau, s'oxydent, se résinifient et, sous les moindres influences, se transforment en nombreux isomères.

Le point de départ des laborieuses recherches que nous avons à résumer ici est un travail sur la distillation du caoutchouc. M. Gréville Williams

avait distingué déjà, dans les produits qui dérivent de ce produit par l'action de la chaleur, un hydrocarbure en $C^{10}H^{16}$, qu'en 1875 M. G. Bouchardat identifia avec le terpilène qu'on régénère du dichlorhydrate de térébenthène. Il établit ensuite que les hydrocarbures qui prennent naissance dans la distillation du caoutchouc, et ce produit naturel lui-même, sont tous des polymères d'un carbure fondamental l'*isoprène* C^5H^8, le plus volatil des hydrocarbures complexes obtenus dans cette distillation. Soumis en vases scellés à une température de 260°, l'isoprène se transforme en terpilène inactif $C^{10}H^{16}$. En même temps il donne le copahène $C^{15}H^{24}$ de l'essence de copahu, et en présence de l'acide chlorhydrique, le caoutchouc d'où l'on était parti. D'autre part, en soumettant à la chaleur le valérylène, isomère de l'isoprène que l'on peut obtenir avec l'alcool amylique, on reproduit aussi le terpilène mélangé d'autres hydrocarbures de la même série.

En réalisant ainsi, à partir d'hydrocarbures très simples aptes à être formés par synthèse totale, un certain nombre de composés naturels de la série térébénique, M. Bouchardat confirmait les prévisions théoriques formulées par son maître, M. Berthelot.

Avec le concours de M. Lafont, alors son préparateur, M. G. Bouchardat fit une étude attentive de l'action des acides sur le térébenthène naturel et ses principaux isomères : le térébène ou camphène inactif, qui ne donne qu'un monochlorhydrate, et le terpilène de même formule, mais qui peut donner un dichlorhydrate cristallisé.

Le camphène inactif lui fournit, par l'action lente des acides, des éthers qui par saponification reproduisent, sauf le pouvoir rotatoire, le camphre du *Dryobalanops camphora* ou camphre de Bornéo, avec toutes ses propriétés. Par oxydation, ce corps donne un camphre identique au camphre ordinaire, mais inactif.

Au contraire, le terpilène inactif, dérivé du caoutchouc et isomère du précédent, fournit, dans les mêmes conditions, un alcool qui fond à 33° (au lieu de 197°, point de fusion du bornéol), et que les oxydants résinifient sans donner de camphre.

L'action des acides sur le térébenthène lévogyre de l'essence de térébenthine française donne des réactions plus complexes :

Une partie notable du térébenthène est transformé en un citrène distillant 20 degrés plus haut que le térébenthène, mais de pouvoir rotatoire opposé et fournissant un dichlorhydrate. En même temps, il se forme : 1° l'éther d'un bornéol lévogyre, qui donne, par oxydation, un camphre

lévogyre; 2° l'éther d'un terpilénol lévogyre $C^{10}H^{18}O$ incapable de former le camphre $C^{10}H^{16}O$; 3° enfin l'éther d'un bornéol dextrogyre qui, par oxydation, se transforme en un camphre liquide paraissant identique à celui que M. Wallach vient de retirer de l'essence de fenouil, le *fenchol*.

Au cours de ces délicates recherches, M. **G. Bouchardat** a vérifié, complété ou corrigé un grand nombre de faits relatifs aux essences végétales et aux nombreux produits qui en dérivent naturellement ou artificiellement.

En montrant les liens qui rattachent les hydrocarbures et les camphres qui composent généralement ces essences avec un carbure aussi simple que l'isoprène, et avec le valérylène que l'on peut lui-même obtenir par synthèse totale; en reproduisant avec ces hydrocarbures fondamentaux les carbures térébéniques, les terpilénols, les camphres qui se trouvent dans les produits naturels; en distinguant ces nombreux isomères et déterminant leurs rapports réciproques, M. G. Bouchardat a fait faire de notables progrès à l'un des Chapitres les plus difficiles et les plus complexes de la Chimie organique et de la Physiologie végétale.

La Section de Chimie accorde à ces belles et patientes recherches le prix Jecker pour 1892.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Des Cloizeaux, Fouqué, Daubrée, Fizeau; Mallard, rapporteur.)

L'Académie a proposé pour prix à décerner en 1892, la question suivante :

« *Applications de l'examen des propriétés optiques à la détermination des espèces minérales et des roches.* »

Deux Mémoires ont été présentés au Concours.

L'auteur de l'un d'entre eux paraît s'être proposé, non, comme on le demandait, d'appliquer l'examen des propriétés optiques à l'étude des

minéraux et des roches, mais de perfectionner les procédés usités pour cet examen. Dans ce but, il propose d'adapter au microscope polarisant ordinaire un porte-objet pouvant tourner autour de deux axes respectivement perpendiculaires entre eux et à l'axe du microscope; on peut ainsi, dans l'examen en lumière parallèle, faire varier à volonté la direction de la section de l'ellipsoïde optique suivant laquelle l'observation a lieu. Le principe du procédé n'est pas nouveau, mais l'appareil indiqué par l'auteur et réalisé par lui peut être appelé à rendre des services appréciables. On peut, cepenadnt, regretter que l'auteur n'ait pas donné des résultats expérimentaux obtenus à l'aide de son dispositif. Bien que le Mémoire renferme des parties vraiment intéressantes au point de vue théorique, la Commission n'a pas jugé que le prix puisse lui être attribué.

Dans le Mémoire considérable envoyé par M. **Alfred Lacroix**, docteur ès Sciences, préparateur au Collège de France, ce savant fait servir les propriétés optiques des minéraux, dont il a fait une étude approfondie, à un travail d'un haut intérêt.

On remarque souvent, au milieu des roches éruptives, des parties plus ou moins étendues, à contours anguleux ou arrondis, qui tranchent, par leur aspect, sur le reste de la roche. M. Lacroix leur donne le nom d'*enclaves*. Il s'est proposé dans son Mémoire l'étude des enclaves qui se rencontrent dans les roches volcaniques.

Ces enclaves sont de deux natures : les unes ont une composition chimique et minéralogique tout à fait distincte de celle de la roche enveloppante ; on y reconnaît, à première vue le plus souvent, des fragments de roches enlevés par la roche éruptive aux terrains antérieurs à travers lesquels elle s'est frayé son chemin.

Les autres enclaves ont la même composition chimique et souvent la même composition minéralogique que la roche encaissante, dont elles ne diffèrent que par la structure cristalline plus développée; M. Lacroix les nomme des *enclaves grenues*.

Peut-être serait-il permis de critiquer le nom commun d'*enclaves* donné à des choses aussi complètement dissemblables.

Quoi qu'il en soit, l'étude des enclaves constituées par des roches étrangères forme la première et la plus considérable partie du Mémoire de M. Lacroix. On comprend aisément quelle est l'importance d'une semblable étude. Les fragments empâtés dans la roche étrangère ont subi, sous l'action de celle-ci, des modifications plus ou moins profondes, soit physiques, soit chimiques. La nature de ces modifications, celle des chan-

gements apportés dans la structure de la roche englobée, la nature des minéraux nouveaux qui se sont développés soit autour, soit au milieu même du fragment, celle des minéraux anciens de la roche qui ont disparu, soit pour former des minéraux nouveaux, soit pour être résorbés par le magma au milieu duquel ils sont restés plongés; toutes ces données, recueillies avec soin, peuvent fournir de précieuses indications sur l'état de la roche éruptive au moment où elle a agi sur l'enclave. Elles pourront aussi nous permettre d'apprécier, jusqu'à un certain point, la température de la roche, ainsi que la nature et l'énergie des agents chimiques qu'elle pouvait tenir en dissolution dans sa masse.

L'étude entreprise par M. Lacroix intéresse donc aussi bien la Géologie que la Minéralogie; elle n'est, en définitive, à un point de vue restreint, que celle même du métamorphisme, qui paraît avoir joué un rôle si considérable dans l'histoire de notre globe, et sur laquelle ont déjà été faits tant de travaux considérables, parmi lesquels nous citerons seulement ceux de Delesse et de M. Daubrée.

Si le point de vue auquel s'est placé M. Lacroix paraît plus restreint, il permet, par compensation, une précision plus grande. En taillant des lames minces dans les enclaves et dans la roche encaissante, l'examen microscopique permet de constater les moindres particularités du métamorphisme de l'enclave et de la réaction de ce métamorphisme sur la roche encaissante elle-même; rien ne peut échapper à l'observateur.

Dans de semblables recherches, on doit être réservé sur les conclusions générales et ne les formuler qu'après avoir accumulé un très grand nombre de faits précis. Il fallait d'abord recueillir les matériaux nécessaires. Les enclaves ne se présentent qu'exceptionnellement dans les roches, et ce n'était pas une mince besogne que de réunir un très grand nombre d'échantillons pris dans des localités nombreuses et variées.

M. Lacroix, qui ne se contente pas d'observer au microscope, mais qui est en même temps un explorateur infatigable, a dû réunir plus de trois mille échantillons. Le nombre des lames minces qu'il a étudiées est considérable. Son Mémoire comprend les descriptions exactes de celles qu'il a cru particulièrement intéressantes. Près de cent dessins, faits avec le plus grand soin, permettent de les suivre aisément.

Je ne puis pas entrer ici dans l'examen des faits nombreux constatés par M. Lacroix au cours de son travail; je dois me borner à mentionner quelques-unes des conclusions qu'il en tire.

Les roches enclavées peuvent être très diverses. M. Lacroix sépare de

toutes les autres les enclaves calcaires; pour elles, la nature de la roche enveloppante, qu'elle soit basaltique ou trachytique, a peu d'influence. Les nombreux minéraux qui se sont développés au milieu du calcaire, et qui abondent dans les enclaves de la Somma, du Latium, etc., sont à peu près les mêmes. Il y a plus, ces minéraux sont aussi les mêmes que ceux qui se sont développés dans les calcaires soumis à l'action du granite. L. de Buch avait signalé déjà l'analogie des minéraux des calcaires de la Somma avec ceux des cipolins du gneiss. Les observations microscopiques de M. Lacroix rendent cette analogie plus frappante encore.

Quand l'enclave, au lieu d'être calcaire, est quartzeuse, argileuse ou quartzo-feldspathique, les modifications qu'elle a subies sont très différentes suivant que la roche est basaltique ou trachytique.

Si elle est basaltique, les modifications sont surtout d'ordre physique et tiennent principalement à l'influence d'une température élevée. L'enclave s'est frittée, a fondu, au moins sur ses bords. Si elle est quartzeuse, le quartz fondu est résorbé ou reste à l'état vitreux, et s'entoure d'une auréole augitique due au mélange du quartz avec la roche volcanique. Si l'enclave est quartzo-feldspathique, la fusion est suivie d'une recristallisation qui a donné naissance à la cordiérite, au spinelle, et au pyroxène en faible quantité; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on constate la formation de la tridymite.

Tout autres sont les phénomènes constatés dans les enclaves que contiennent les roches trachytiques. Dans ce cas, les modifications dues à la chaleur s'atténuent et tendent à céder le pas à celles qui sont dues à des phénomènes chimiques.

La fusion, même partielle, du quartz est rare; la production de la tridymite fréquente. Le grenat reste intact, ainsi que la cordiérite; l'orthose n'est pas déformé. Tantôt, comme au pic du Capucin du mont Dore, l'enclave est corrodée, et, si la corrosion est plus active que la recristallisation, remplacée par une cavité que tapissent des minéraux de nouvelle formation, tridymite, orthose, hypersthène. Tantôt la structure et la forme de l'enclave sont respectées et, si la structure est rubannée, les modifications s'effectuent progressivement suivant la schistosité, donnant naissance à la biotite, au spinelle, à la magnétite, au rutile.

Une remarque importante, faite par M. Lacroix, c'est que les minéraux développés dans les enclaves trachytiques sont tous de la nature de ceux que MM. Friedel, dans de récentes expériences, ont pu produire en faisant réagir divers agents sur des minéraux, en présence de l'eau et sous pression.

Une autre remarque, non moins importante, sur laquelle insiste l'auteur, c'est que, sous le rapport de l'action exercée sur les enclaves, les trachytes se rapprochent très étroitement des granites. L'une des principales différences entre les deux roches consiste en ce que le quartz développé par le granite est remplacé par la tridymite dans le cas du trachyte, ce qui accuse une température plus élevée pour cette dernière roche.

Les observations de M. Lacroix conduisent donc à cette conclusion que, si, conformément aux observations classiques de MM. Fouqué et Michel Lévy, les basaltes peuvent être considérés comme étant venus au jour à l'état de fusion ignée, à tel point que la recristallisation lente, après fusion, peut reproduire la roche primitive, il n'en est plus de même des trachytes. Non seulement ceux-ci sont arrivés au jour à une température moins élevée, mais ils ont été accompagnés d'agents minéralisateurs, probablement dissous dans la masse de la roche, qui contribuaient sans doute au maintien de celle-ci à l'état de fusion. Ce sont ces agents, au nombre desquels il faut certainement compter la vapeur d'eau, et dont l'énergie chimique était accrue par la pression, qui ont non seulement exercé leur action sur les enclaves, mais ont produit, sur les roches encaissantes, des actions métamorphiques intenses. Les trachytes se rapprochent extrêmement sous ce rapport des granites qui sont venus au jour à une température encore moins élevée, mais qui ont été accompagnés d'agents minéralisateurs bien plus énergiques encore.

Ces idées ne sont certainement pas nouvelles, mais le travail de M. Lacroix vient leur apporter le plus important appui.

Dans la seconde Partie de son Mémoire, M. Lacroix étudie ce qu'il appelle les *enclaves grenues*.

Les roches basaltiques ne présentent qu'assez rarement de semblables enclaves. L'auteur a étudié, cependant, avec grand soin les nodules à olivine, sur l'origine desquels se sont élevées de nombreuses discussions. Il pense que ces péridotites se sont produits anciennement par liquation d'un magma sursaturé de magnésie. Le résidu de cette liquation a constitué la roche volcanique qui, plus tard, a arraché ces péridotites et les a amenées au jour tout en les fondant partiellement et leur faisant subir diverses modifications.

Pour les roches trachytiques, l'étude a présenté plus d'intérêt. M. Lacroix a constaté que chaque espèce de roche trachytique est caractérisée par la nature de son enclave grenue. Celles-ci présentent d'ailleurs des modes de structure qui se retrouvent dans des roches qu'on est habitué à

considérer comme distinctes de celles, moins cristallines, qui englobent les enclaves. Les observations de M. Lacroix tendent à faire considérer cette distinction comme secondaire. Les deux natures de roches seraient dues au même magma, s'étant consolidé, l'une à l'état plus compact dans le voisinage de la surface; l'autre, à l'état plus cristallin, dans les profondeurs. Si ces deux modes de structure, qui doivent régulièrement se succéder, sur une même verticale, se trouvent quelquefois tous les deux au jour dans des localités différentes, c'est que, dans l'une de ces localités, l'érosion a enlevé la partie superficielle de la roche pour faire apparaître la partie profonde. Les enclaves grenues sont des portions de la roche qui ont cristallisé les premières dans la profondeur et ont été ramenées à la surface par la portion de la roche restée fluide.

Ce que nous venons de dire suffit à montrer à l'Académie la grande valeur du Mémoire présenté par M. Lacroix. Par le nombre des échantillons recueillis de toutes parts pour l'étude, par le soin consciencieux avec lequel les innombrables observations faites ont été résumées et classées méthodiquement, par les conséquences importantes au point de vue minéralogique et géognésique que l'auteur a su tirer de ces observations, ce Mémoire a paru à la Commission très digne du prix Vaillant, qu'elle n'hésite pas à lui décerner.

La Commission, pensant qu'il importe que le Mémoire de M. **Lacroix** soit porté à la connaissance des minéralogistes et des géologues, est aussi d'avis que ce Mémoire est digne d'être inséré, au moins en partie, dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Trécul, Chatin, Duchartre; Bornet, rapporteur.)

Quatre envois ont été adressés au Secrétariat pour le concours du prix Desmazières. Le n° 2, provenant de M. **Pierre Viala**, professeur de Viti-

culture à l'Institut agronomique, nous a paru répondre plus complètement que les autres aux intentions du testateur; il est incontestablement, de tous les travaux présentés, « le plus utile écrit publié l'année précédente sur tout ou partie de la cryptogamie. »

Les études de M. Viala, poursuivies depuis de longues années, dans les conditions les plus favorables, à l'aide des méthodes rigoureuses de la science moderne, n'ont pas seulement conduit à des résultats scientifiques intéressants, mais aussi à des applications utiles, d'autant plus importantes qu'il s'agit de fournir aux viticulteurs les moyens de lutter contre les Champignons destructeurs de la Vigne. Et la découverte de ces moyens exige la connaissance approfondie de la Biologie de ces Champignons, un détail insignifiant en apparence pouvant servir de base à l'institution d'un traitement rationnel.

En 1885, M. Viala publiait un Ouvrage intitulé: *Les maladies de la Vigne*. Le succès en fut tel que deux ans plus tard l'auteur donnait une deuxième édition, remaniée dans toutes ses parties, ce qui en faisait un livre nouveau comprenant tout ce que l'on savait alors sur les Champignons nuisibles à la Vigne. Chargé en 1887 d'une mission viticole aux États-Unis, M. Viala rapporta de son voyage les matériaux d'un Ouvrage considérable, paru en 1889, où il étudie les Vignes américaines porte-greffes et producteurs directs, ainsi que les maladies auxquelles elles sont sujettes à l'état sauvage et dans les cultures. Le développement que l'auteur a donné à cette seconde partie de son travail, la seule dont il puisse être question dans ce Rapport, montre combien il était utile d'étudier ces maladies dans leur pays d'origine pour se rendre compte de leur nature et de leur importance.

En ce moment, une troisième édition des *Maladies de la Vigne* est en cours d'impression. Elle constituera un beau volume de 650 pages, orné de 20 planches en chromolithographie et de 350 gravures dans le texte. A la date de la fermeture du concours 14 feuilles avaient déjà paru et il est facile de constater qu'il ne s'agit pas d'une simple reproduction de l'édition précédente.

Les contributions personnelles de M. Viala à la longue histoire des maladies de la Vigne ont fait l'objet de nombreuses publications qui ont commencé en 1887 et se continuent encore.

Avec M. L. Ravaz il a démontré, par voie expérimentale, que la Mélanose est due au *Septoria ampelina*, et qu'il fallait rattacher au *Guignardia Bidwellii*, cause du Black Rot, diverses formes d'organes reproducteurs regardées jusqu'alors comme appartenant à des Champignons distincts. On

lui doit la description du Bitter Rot ou *Greeneria fuliginosa* qui, assez fréquent aux États-Unis, ne paraît pas encore introduit en Europe. En étudiant l'influence de la température sur la germination des conidies du Mildiou, il a observé, outre la germination ordinaire par zoospores, la germination par émission en bloc du protoplasme et par formation immédiate de tubes mycéliens. Dans sa *Monographie du Pourridié des Vignes et des Arbres fruitiers*, un de ses travaux récemment publiés, M. Viala fait connaître les caractères du *Dematophora* qui produit cette maladie; il en décrit les diverses formes mycéliennes, l'influence que les milieux extérieurs exercent sur leur développement, sa vie de parasite et de saprophyte, les différentes sortes d'organes reproducteurs au moyen desquels le Champignon se propage, et il précise les conditions qui déterminent leur apparition. Les recherches expérimentales qui l'ont conduit à ces résultats, dont la netteté ne laisse rien à désirer, n'ont pas duré moins de neuf années.

Il serait aisé de poursuivre cette énumération et de relever encore dans les écrits de M. **Viala** bien des faits nouveaux dont il a enrichi la science des Champignons, mais il en a été dit assez pour justifier la décision unanime de la Commission, qui lui décerne le prix Desmazières.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Naudin, Trécul, Chatin, Van Tieghem; Bornet, rapporteur.)

Le nombre et la variété des Mémoires présentés au concours du prix Montagne montre l'intérêt croissant qui s'attache aux études cryptogamiques et le zèle persévérant avec lequel elles sont poursuivies.

Plusieurs des concurrents sont nouveaux dans la carrière, mais leurs premiers travaux prouvent qu'ils sont familiers avec les méthodes d'étude les plus perfectionnées. S'ils n'ont pas atteint le but cette année, ils s'en sont approchés d'assez près pour donner l'espoir qu'ils y toucheront prochainement. La Section de Botanique, chargée de juger le concours, le constate avec plaisir.

C'est à des auteurs de flores cryptogamiques locales qu'elle décerne les deux prix Montagne.

Sous le titre de *Lichens de Canisy* (*Manche*) *et des environs*, M. l'abbé **Auguste-Marie Hue** a publié une liste de 281 espèces récoltées par lui

dans une région éminemment propice à la végétation de ces plantes. Le climat y est tempéré, les pluies fréquentes, aussi les Lichens y sont toute l'année en état de végétation; ils y pullulent et s'y développent admirablement. De plus ce pays n'avait pas encore été exploré. Les *Lichens de Canisy* ne sont pas une sèche énumération de noms et de localités. L'auteur n'y donne pas une description régulière de toutes les espèces, dont la plupart sont bien décrites par ses prédécesseurs, mais il introduit presque à chaque page des observations, des éclaircissements, des discussions synonymiques ou morphologiques qui, résultant de la comparaison des plantes de Canisy avec les exemplaires authentiques contenus dans les grandes collections, font de cette flore restreinte un travail d'une portée générale. Partout sont indiquées la forme et les dimensions des spores et des spermaties; partout où il y a lieu, les réactions que présentent le thalle et les apothécies sont exposées avec soin et obtenues par une méthode propre à l'auteur, qui paraît plus précise que celle dont on use ordinairement. Au lieu d'appliquer le réactif directement sur le thalle ou l'apothécie, il le fait agir sur des coupes placées sous le microscope; de cette manière, la réaction se manifeste avec une constance qui n'existe pas toujours autrement.

Lorsque M. l'abbé Hue commença l'étude des Lichens sous la direction de M. W. Nylander, il eut à consulter fréquemment les Ouvrages de son maître; mais les descriptions d'un grand nombre d'espèces établies par M. Nylander, publiées successivement pendant vingt ans dans un journal, le *Flora*, dépourvu de Tables détaillées, sans aucun ordre que celui de leur découverte, étaient à peu près inutiles. M. Hue entreprit de coordonner ces matériaux épars, il les disposa dans un ordre systématique et en fit un volume comprenant 1949 espèces, qui est devenu d'un usage constant parmi les lichénographes. Le succès de ce travail, consacré aux Lichens d'Europe, engagea M. Hue à classer de même les espèces exotiques, bien plus nombreuses encore, que M. Nylander a décrites dans une foule de recueils souvent peu accessibles. L'Ouvrage qui en est résulté, imprimé dans les *Annales du Muséum*, contient 3691 espèces, la Table renferme 5700 noms. C'est, on le voit, une œuvre importante qui ne sera pas moins utile que sa devancière : car elle servira de Catalogue pour le rangement des herbiers et en particulier pour celui du Jardin des Plantes, où se trouvent les types de presque toutes les espèces qui y sont énumérées.

Pour l'ensemble de ses travaux lichénologiques, la Section accorde à M. l'abbé **Hue** un prix.

Elle attribue un prix de *cinq cents francs* à M. le Dr **F.-Xavier Gillot**, auteur d'un *Catalogue raisonné des Champignons supérieurs des environs d'Autun* (1). C'est un Ouvrage de 482 pages, bien conçu, bien exécuté, qui se classe parmi les meilleurs travaux du même genre publiés dans ces derniers temps. Il contient beaucoup d'observations justes, de renseignements utiles; les étymologies des noms génériques et spécifiques sont données avec un soin tout particulier. Un tel livre est bien fait pour répandre le goût de la Mycologie dans la région autunoise; les localités citées, les dates précises des récoltes faciliteront singulièrement les recherches.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Trécul; M. Chatin, rapporteur.)

Un seul travail, mais travail de réelle importance, a été adressé à l'Académie pour le prix de la Fons Mélicocq, destiné à récompenser les meilleures études sur la Flore du nord de la France.

L'œuvre soumise à l'Académie a pour titre : *Géographie botanique du nord de la France*. C'est un volumineux manuscrit qu'accompagnent et complètent des Cartes marquant la circonscription de notre Flore du nord et sur lesquelles sont notées, par des couleurs, les localités où croissent les espèces rares de la région.

Le travail est divisé en trois parties : 1° le littoral; 2° les forêts, bois, haies, buissons, landes et bruyères; 3° recherches historiques.

Des Cartes spéciales, dont le nombre est de onze, sont respectivement consacrées : à la distribution des espèces rares des vases et prés salés du littoral, à quelques espèces rares des sables maritimes, aux Graminées et Cypéracées de ces sables, à la dispersion de quelques espèces rares, à la dispersion de quelques plantes littorales dans le nord, à la distribution des forêts, à la distribution spéciale du Chêne, du Hêtre, du Charme, des Pins silvestre et maritime.

Aux Cartes qui précèdent sont jointes comme documents, deux Cartes datant d'environ deux cent cinquante ans et montrant bien les changements

(1) Le titre complet de l'Ouvrage est : *Catalogue raisonné des Champignons supérieurs* (Hyménomycètes) *des environs d'Autun et du département de Saône-et-Loire*, par le Dr F.-X. Gillot et le capitaine L. Lucand.

qu'a subis le littoral depuis cette date cependant assez rapprochée. On voit, en particulier, que la plaine sur laquelle sont établies les routes de Rue au Crotoy, était d'abord un estuaire.

La Commission, vu l'intérêt des recherches de M. **Masclef**, est unanime à lui décerner le prix de la Fons Mélicocq; elle demande en outre que l'arriéré de 1891 lui soit attribué pour l'aider dans sa publication.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Blanchard, Duchartre, Milne-Edwards, Bornet; Van Tieghem, rapporteur.)

La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix cette année.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Ranvier et Grandidier.)

Les membres de la Commission du prix Savigny, ayant examiné le seul Ouvrage envoyé pour ce concours, ont jugé que cet Ouvrage ne remplissait point les conditions imposées par le donateur et qu'il n'y avait, par conséquent, pas lieu de décerner ce prix cette année.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

(Commissaires : MM. Verneuil, Bouchard, Marey, Brown-Séquard, Charcot, Larrey, Chauveau, Sappey, Ranvier; Guyon, rapporteur.)

La Commission qui a été chargée par l'Académie d'examiner les travaux destinés à prendre part au concours des prix Montyon, pour la Médecine et la Chirurgie, a bien voulu me confier le soin de rendre compte de ses délibérations.

Je donnerai la liste des auteurs que la Commission de l'Académie lui propose de récompenser et je reproduirai les motifs qui ont dicté ses déterminations. Interprète de chacun de ses membres, je m'inspirerai des rapports qu'ils ont bien voulu me remettre.

MM. **Farabeuf** et **Varnier**, auteurs d'un Ouvrage intitulé : *Introduction à l'étude clinique et à la pratique de l'art des accouchements;*

M. **Javal**, auteur des *Mémoires d'Ophtalmométrie;*

M. **Lucas Championnière**, auteur d'un livre sur la *Cure radicale des hernies,* ont été jugés dignes de recevoir les trois prix que l'Académie décerne annuellement.

MM. **Kelsh** et **Antony**, **Pitres** et **Redard** sont désignés pour autant de mentions. *La grippe dans l'armée française ;* des *Leçons cliniques sur l'hystérie et l'hypnotisme,* professées à la Faculté de Médecine de Bordeaux; un *Traité pratique de Chirurgie orthopédique,* tels sont les titres des travaux de ces trois candidats.

MM. **Brocq**, **Testut** et **Thiroloix**, proposés pour des citations, ont adressé à l'Académie des Ouvrages sur le *Traitement des maladies de la peau;* les *Anomalies musculaires considérées au point de vue de la ligature des artères;* le *Diabète pancréatique.*

L'ordre alphabétique dans lequel nous présentons les candidats pour les diverses séries de récompenses m'oblige à parler d'abord en mon nom.

Le livre de MM. **Farabeuf** et **Varnier** a été confié à mon examen. Ce qui a retenu l'attention de la Commission et déterminé son jugement est non seulement la valeur du livre et la remarquable exécution des nombreuses figures anatomiques qui en rendent l'étude si profitable et qui toutes sont l'œuvre de l'uns des auteurs, c'est sa véritable et grande originalité. L'Anatomie chirurgicale est depuis longtemps faite, ce fut l'œuvre des maîtres chirurgiens de notre pays; l'Anatomie obstétricale était, pour ainsi dire, entièrement à créer. C'est ce qu'a bien compris le professeur d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Paris. Alors qu'il était encore chef des travaux anatomiques et qu'il organisait matériellement et scientifiquement notre École pratique d'Anatomie et lui donnait l'essor qu'elle conserve, M. Farabeuf voulut que les efforts qu'il tentait et qui ont abouti à un si complet résultat profitassent aussi bien à l'obstétrique qu'aux autres branches de notre art. Anatomiste et non accoucheur, il s'est adjoint l'un des plus brillants parmi les jeunes maîtres de la Faculté et M. le Dr Henri Varnier, agrégé, est devenu son collaborateur. Leur livre, qui a paru depuis plus d'une année, a fixé l'attention aussi bien en France qu'à l'étranger; dès son apparition, il a été jugé comme il le méritait. Sans entrer dans aucun détail, il me suffira de dire que cette œuvre, fruit de longues années de recherches entièrement originales, renferme plusieurs descriptions nouvelles et que, grâce à la compétence anatomique, obstétricale et opératoire des auteurs, unie au juste sentiment de leur amour de l'enseignement, elle a un caractère de vérité absolue qui en assure le succès et l'utilité durables. L'introduction à l'étude clinique et à la pratique de l'art des accouchements ajoute encore à la juste et brillante renommée de l'école obstétricale française.

Les *Mémoires d'Ophtalmométrie* de M. **Émile Javal** ne comprennent pas seulement les travaux de ce savant, mais la réunion des recherches de ses élèves. L'ophtalmomètre de M. Javal est, en effet, un précieux moyen de recherche. Ce n'est pas simplement un instrument clinique, à la fois plus précis et d'un emploi infiniment plus rapide que les instruments du même genre, c'est encore, ainsi que le remarque notre confrère M. Chauveau, chargé du Rapport, un instrument de Physiologie qui a permis à M. Javal et à ses élèves de faire faire des progrès à nos connaissances théoriques sur l'optique de l'œil. On peut en croire un aussi bon juge. M. Javal a, on le sait, voué sa vie à ce genre de travaux; il a su mettre à profit les ressources très spéciales que ses études scientifiques et pratiques

lui ont permis de réunir. C'est le faisceau des résultats obtenus que l'auteur soumet à votre jugement. Ils sont trop nombreux et trop utiles, le labeur qui les a fait obtenir a été trop persévérant pour que la Commission des prix Montyon ne les ait pas appréciés. Il suffira de rappeler que, grâce aux perfectionnements apportés par M. Javal à l'Ophtalmométrie, il est possible de déterminer d'un coup d'œil la position des méridiens de courbure principaux de la cornée et la valeur de la réfraction dans les deux méridiens. Les oculistes peuvent reconnaître facilement, en un instant pour ainsi dire, la position et le siège de l'astigmatisme cornéen. Cette connaissance est d'autant plus précieuse que la fréquence de l'astigmatisme est extrême. Sa correction permet de prévenir ou d'améliorer un grand nombre d'affections oculaires dont la cause première réside dans la fatigue éprouvée par l'organe visuel quand sa configuration laisse à désirer. M. Javal, en appliquant à la pratique les données scientifiques que ses recherches persévérantes lui ont permis de sûrement établir, a donc rendu des services que votre Commission a jugé dignes d'une haute récompense.

L'examen du Livre de M. Lucas Championnière m'était confié. Il s'agit encore d'une œuvre de longue haleine, très personnelle et de véritable valeur. La cure radicale des hernies a de tous temps sollicité l'attention des chirurgiens. On peut dire qu'ils ne s'étaient résignés à la cure palléative que sous le coup des déceptions que leur donnait le résultat définitif de leurs tentatives opératoires et plus encore sous l'influence trop évidente des dangers auxquels elles soumettaient leurs opérés. Ce n'est pas au renouvellement de ces essais que M. Championnière convie par l'exemple, c'est une Chirurgie nouvelle dont il donne l'exposé. Après avoir pratiqué deux cent soixante-quinze fois la cure radicale des hernies, l'auteur, s'appuyant exclusivement sur sa pratique, sur ce qu'il a vu et sur ce qu'il a fait, sur ce qu'il a dûment constaté, vient rendre compte de ses actes. Il montre comment il est possible d'intervenir avec sécurité et comment on arrive à vraiment remédier à une affection toujours pénible et souvent dangereuse. La statistique de M. Championnière est faite pour démontrer que les chirurgiens sont désormais autorisés à ne pas reculer devant des tentatives cependant périlleuses; elle ne compte que deux décès, et la lecture des observations prouve la simplicité habituelle des suites de l'opération. Elle est également de nature à établir que la cure radicale des hernies est une réalité; des résultats constatés sur cent douze

des opérés, tous retrouvés en cure persistante, en fournissent le témoignage. M. Championnière a été, dans notre pays, l'initiateur de cette Chirurgie que l'on peut, à bon droit, qualifier de réparatrice. Il a apporté au perfectionnement et à la propagation de cette opération la même persévérance et le même sens chirurgical, la même fermeté de croyance qui lui ont fait être, en France, le premier adepte de la Chirurgie antiseptique, son ardent propagateur et son principal vulgarisateur. C'est grâce à la parfaite connaissance des ressources qui permettent, non pas seulement de guérir les opérés, mais de réparer les plaies par la suture, d'obtenir leur réunion immédiate et totale, d'avoir par cela même des cicatrices homogènes et solides, formées de plans superposés et solidaires, que M. Championnière a pu créer une méthode qui ferme le trajet herniaire de telle façon que la récidive puisse être empêchée. Mais toutes les hernies ne sauraient être soumises à la cure radicale. La confiance qu'elle inspire à M. Championnière ne l'a pas empêché de hautement reconnaître qu'il est des cas où elle ne saurait être tentée. Malgré son désir d'étendre la conquête qu'il a si largement contribué à réaliser, il prend soin de dire avec précision les conditions qui empêchent de la poursuivre. Ce sont là des tendances que la Commission ne pouvait trop approuver; s'il faut, à l'heure actuelle, ne pas hésiter à beaucoup demander à l'intervention chirurgicale, il faut aussi s'appliquer à tracer judicieusement ses limites.

MM. Kelsh et Antony en prenant pour sujet d'étude : *La grippe dans l'armée française,* ont résumé les nombreux documents fournis par les médecins de l'armée. Les auteurs ont insisté sur la rapidité de l'expansion de l'épidémie, ses nombreux foyers autochtones, sa diffusion ultérieure par contagion; sa propagation dans les conditions atmosphériques les plus variées; la plus grande mortalité en Algérie. Ils ont enfin signalé la fréquence des complications pyoémiques et du rhumatisme. Ce sont là les points sur lesquels a insisté M. Bouchard chargé du Rapport. M. Kelsh, dont on sait les laborieuses études, est déjà lauréat de l'Académie. La Commission a cependant jugé que le travail qu'il présentait avec son jeune collaborateur méritait d'être l'objet d'une distinction et elle a accordé aux auteurs une mention honorable.

M. Pitres, doyen de la Faculté de Médecine de Bordeaux, a adressé deux volumes de 500 pages environ, comprenant des leçons cliniques faites à l'hôpital Saint-André, sur l'hystérie et l'hypnotisme. Ces leçons

ne visent pas seulement l'enseignement classique; elles représentent aussi l'exposé fait sous une forme excellente à la lumière d'un esprit vraiment scientifique, des recherches personnelles poursuivies par l'auteur, pendant une période de plus de dix années, sur les sujets dont il traite. Ces recherches ont abouti à la découverte de plusieurs faits importants. Elles ont accumulé des observations nombreuses et de bon aloi, qui, pour leur part, ont puissamment contribué à l'œuvre de remaniement et de rénovation qui s'est accomplie au cours de ces dernières années en France dans le vaste domaine des affections hystériques.

Le rapporteur, M. Charcot, dont je viens de transcrire les paroles, ne pouvait ajouter que son brillant élève n'a fait que continuer à Bordeaux les grandes traditions de l'école de la Salpêtrière. Ne pouvant suivre notre confrère dans le détail des faits qu'il expose pour appuyer son jugement, il m'a paru que je pouvais dans ce Rapport général, m'en tenir à des appréciations aussi autorisées. Elles justifient hautement la distinction accordée à M. **Pitres** par la Commission qui lui attribue une mention honorable.

Le *Traité pratique de Chirurgie orthopédique* de M. **Redard**, dit M. Verneuil, rapporteur, fera certainement époque dans les annales de l'Orthomorphie, et cela pour diverses raisons.

Comprenant plus de 1000 pages d'un grand format avec 771 figures insérées dans le texte, c'est déjà la monographie la plus étendue qui ait été écrite sur le sujet; mais aussi une œuvre très complète, conçue sur un plan vaste, mais bien circonscrit, exposée dans une forme simple, claire, éminemment descriptive et instructive et reposant enfin sur un fond qui donne satisfaction égale au savant, au théoricien et au praticien.

Les points acquis sont présentés d'une manière concise, mais suffisante; les questions litigieuses discutées sans parti pris, avec impartialité et sincérité. Le jugement droit de l'auteur lui fait adopter à peu près constamment les solutions justes ou provisoirement les plus raisonnables.

Il est un dernier mérite sur lequel nous devons particulièrement insister, nous voulons parler de l'érudition immense dont il a fait preuve et qui, sous ce rapport, laisse bien loin en arrière les Traités d'Orthopédie anciens et modernes. Il était temps, du reste, qu'un de nos compatriotes prît à tâche de relever et de replacer en son rang une partie de la science et de l'art qui, pendant près d'un siècle, n'avait été cultivée que par des Français et qui, depuis bien des années, paraissait tombée chez nous dans un oubli presque complet.

C'est pour ces motifs que la Commission a accordé à M. le Dr **Redard** une mention honorable.

Je ne pourrai, malgré leur intérêt, que très brièvement mentionner les Ouvrages que la Commission a jugé dignes d'une mention.

M. le Dr **Brocq**, dans le Livre qu'il consacre au traitement des maladies cutanées, s'est montré le digne émule des médecins qui, dans notre pays, ont poussé si loin l'étude pleine d'intérêt et de difficulté des affections de la peau. Son Ouvrage porte l'empreinte de la célèbre école de Saint-Louis, dont il s'inspire. L'auteur, qui lui appartient par son éducation médicale, prouve qu'il est et restera l'un de ses brillants adeptes.

L'Ouvrage de M. **Testut**, professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Lyon, a pour but de combler une lacune qui existe dans nos Traités de Médecine opératoire. L'auteur décrit les anomalies musculaires au point de vue de la ligature des artères. Afin de bien atteindre ce but et d'être vraiment utile, M. Testut s'est seulement attaché à la description des anomalies musculaires qui peuvent servir pour la ligature : de l'artère humérale, de l'axillaire, de la sous-clavière, de la mammaire interne, de la poplitée, de la tibiale postérieure. Des descriptions claires, essentiellement pratiques, comprenant 40 pages de texte et 12 Planches donnent au Livre de M. Testut le caractère d'utilité cherché par l'auteur. La Commission a voulu en signaler le mérite en lui accordant une citation.

M. **Thiroloix**, qui poursuit avec persévérance des recherches expérimentales sur le diabète pancréatique, a soumis à la Commission sa Thèse inaugurale sur ce sujet. Bien que des vivisections nouvelles faites par ce jeune physiologiste aient déjà en partie modifié ses premières conclusions, son travail a une véritable valeur et dénote des tendances scientifiques que la Commission a voulu encourager en accordant une citation à ces intéressantes recherches.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Chatin, Verneuil, Charcot, Duchartre.)

La Commission renvoie au concours de l'année prochaine et signale à l'Académie un travail de M. Emile Gilbert. Elle renvoie également à l'année prochaine, sur sa demande, un travail de M. Crié.

Elle partage le prix entre M. **Laborde**, pour son travail intitulé : *Du mécanisme physiologique des accidents et de la mort par le chloroforme;* et MM. **Cadéac** et **Albin Meunier**, pour un volume intitulé : *Contribution à l'étude de l'alcoolisme, étude physiologique sur l'eau d'arquebuse ou vulnéraire. Recherches physiologiques sur l'eau de mélisse des Carmes.*

Elle accorde deux mentions, l'une à M. **Paul Thierry**, pour un travail sur *La tuberculose chirurgicale, suites immédiates et éloignées de l'intervention;* l'autre à M. **Marcel Baudouin**, pour son étude sur *La chloroformisation à doses faibles et continues.*

L'Académie approuve ces conclusions.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Charcot, Brown-Séquard, Bouchard; Verneuil, rapporteur.)

La Commission renvoie au concours de l'année prochaine un travail de M. Burlureaux.

Elle partage la rente de la fondation, à titre de prix, à M. **A. Proust**, pour un volume intitulé : *La défense de l'Europe contre le choléra;* et à M. **Henri Monod**, pour un ouvrage intitulé : *Le Choléra.*

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard, Marey; Verneuil, rapporteur.)

La Commission accorde le prix à M. **Albarran** pour un Volume intitulé : « *Tumeurs de la vessie* »; elle accorde une mention à M. **Repin** pour un travail intitulé : « *Origine parthénogénétique des kystes de l'ovaire* ».

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Larrey, Charcot, Brown-Séquard; Larrey rapporteur.)

La Commission décerne le prix à l'auteur anonyme du travail qui porte pour épigraphe : « *L'homme doit apprendre à se servir des sens comme des autres facultés.* » Ce travail a pour titre : *Éducation des sens. Éducation de la vue chez le soldat.* » C'est un travail absolument nouveau, très complet, très méthodique, où sont analysées les qualités physiques et les qualités intellectuelles de la vue et où sont exposés les exercices propres à développer ces qualités.

L'auteur du Mémoire est M. le Dr **Théodore Cotelle.**

PRIX MÊGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard) Marey.)

La Commission estime qu'aucun des travaux adressés pour le concours ne mérite le prix. Elle attribue la rente de la fondation, à titre de prix, à M. **G. Colin**, pour ses études expérimentales sur la tuberculose (1 vol. manuscrit avec atlas).

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Charcot, Bouchard, Ranvier, Chauveau; Brown-Séquard, rapporteur).

La Commission a examiné les travaux présentés au concours par quatre concurrents, dont trois, à des titres très différents, lui ont paru dignes du prix. Ne croyant pas cependant pouvoir demander que cette grande récompense soit partagée entre les trois, elle a renvoyé l'un d'eux, M. Trolard, au concours de l'année prochaine.

Elle propose à l'Académie de partager le prix, cette année, entre MM. **Alfred Binet** et **Durand** (de Gros).

Avant de parler de ce qui, dans les travaux importants de ces deux auteurs, mérite d'être récompensé, nous croyons devoir rappeler que la Commission n'accepte en rien la responsabilité des notions théoriques qu'ils soutiennent et, en particulier, des vues sur l'hypnotisme et sur quelques doctrines psychologiques exposées dans leurs Ouvrages.

I. M. **Binet**, directeur-adjoint du laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne, a présenté un livre, extrêmement intéressant, intitulé : *Les Altérations de la personnalité*. Laissant ici de côté les théories de l'auteur, nous signalons, parmi les faits qu'il a découverts, le suivant, qui a en Physiologie une très grande valeur.

Il a démontré que, malgré une anesthésie hystérique complète à l'égard de toutes les espèces de causes capables de mettre en jeu la sensibilité, les excitations de la région insensible peuvent provoquer : 1° des mouvements complexes d'adaptation qui, par certains caractères, comme la durée, etc., se différencient nettement des mouvements volontaires; 2° des représentations mentales, en rapport avec la nature de l'excitant et qui sont les causes des actes moteurs du membre insensible, actes dont le sujet n'a pas conscience.

Quel que soit l'intérêt des conclusions que l'auteur tire des expériences remarquables qu'il a faites, nous croyons devoir dire que le prix ne lui est donné que pour les faits nouveaux si bien étudiés par lui et qu'il a si clairement exposés dans son très intéressant Ouvrage.

II. M. **Durand** (de Gros) est un penseur et un écrivain de grand mérite qui, depuis plus de trente ans, travaille à perfectionner quelques-unes des théories générales relatives aux fonctions du système nerveux. Après Carus et d'autres auteurs, il a trouvé des arguments nouveaux à l'appui de la notion que le centre cérébro-spinal est un composé de centres distincts formant une chaîne dans la moelle épinière et le cerveau. Dans son livre sur *les Origines animales de l'homme*, l'auteur rapporte des exemples nouveaux pour établir que le polyzoïsme des Articulés et des Vertébrés inférieurs se retrouve chez les animaux supérieurs et chez l'homme.

Pour préciser le mode d'adaptation des différents centres et des organes qu'ils animent à leurs fonctions particulières, l'auteur a poursuivi, dans l'Anatomie comparative et même dans la Paléontologie, les modifications des membres et montré leurs transformations graduelles des animaux, liées au passage de la vie aquatique à la vie terrestre.

Dans son Ouvrage sur la *Physiologie philosophique*, l'auteur a rapporté, dès 1855, des faits qui l'ont conduit longtemps avant Helmholtz (1869) à la théorie trichromique du nerf optique.

En raison du nombre, de la valeur et de l'originalité des publications de M. **Durand** (de Gros), la Commission, ainsi que je l'ai déjà dit, propose à l'Académie de partager le prix Lallemand entre lui et M. **Alfred Binet**.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, Chauveau, Bouchard, Ranvier; Brown-Séquard, rapporteur.)

Parmi les travaux des candidats de cette année, la Commission considère ceux de MM. **Hédon**, de Montpellier, et **Cornevin**, de Lyon, comme étant dignes du prix. Le premier de ces physiologistes, qui a déjà reçu une mention honorable l'an dernier, a présenté une série de faits nouveaux de la plus haute importance sur le sujet si intéressant dont il s'était déjà occupé avec succès depuis quelques années. Le résumé que nous allons donner de ses très intéressantes recherches, ayant pour objet les relations entre le pancréas, la glycosurie et l'azoturie, a été en partie publié dans les *Archives de Physiologie* ou est exposé dans un Mémoire manuscrit d'une grande étendue.

On savait, par les travaux de Von Mering et Minkowski, confirmés par plusieurs physiologistes français et surtout par M. Hédon, que l'extirpation totale du pancréas chez le chien est suivie d'une glycosurie intense et durable et que l'extirpation partielle ne cause pas de glycosurie. M. Hédon a trouvé :

1° Que, lorsqu'on laisse dans l'abdomen un très petit fragment de la glande, un diabète atténué peut se montrer, mais seulement lorsque l'animal ingère des féculents;

2° Qu'un diabète atténué peut aussi exister même après l'extirpation totale et qu'il peut y avoir, après celle-ci, ou une absence complète de

glycosurie (lorsque l'animal est sous l'influence du régime azoté) ou l'existence d'un diabète sucré, intermittent;

3° Que la sclérose du pancréas due à une injection de paraffine ne cause que quelquefois une glycosurie légère et transitoire; mais qu'elle peut occasionner les symptômes du diabète insipide (polyurie, azoturie, amaigrissement rapide);

4° Que, lorsque la glycosurie manque ou n'est qu'intermittente après l'extirpation du pancréas, les autres symptômes diabétiques peuvent persister et, en particulier, l'azoturie (diabète azoturique);

5° Que la faculté de consommer le sucre ingéré, et surtout le glucose, est pervertie, à divers degrés, chez les chiens rendus diabétiques;

6° Que, malgré une forte hyperglycémie, le tissu du foie des chiens diabétiques ne contient pas plus de sucre que celui du foie normal;

7° Que les chiens atteints de diabète grave ont perdu la fonction de former la réserve de glycogène dans leur foie, et que cette fonction persiste, mais diminuée lorsque le diabète est léger;

8° Que la transfusion du sang d'un chien fortement diabétique à un chien faiblement diabétique n'augmente pas la glycosurie chez ce dernier;

9° Que l'hyperglycémie doit être due au défaut de la consommation du sucre dans les tissus, et que le diabète pancréatique est une maladie par ralentissement de la nutrition;

10° Que la glycolyse dans le sang diabétique, étudiée *in vitro*, peut être aussi intense que dans le sang normal et même lui être supérieure, si l'on juge de cette glycolyse par la perte absolue en sucre et non par la perte pour cent, qui est toujours très inférieure à celle du sang normal.

Ce sont là des faits aussi intéressants que nouveaux et qui suffiraient pour que nous proposions de donner le prix à M. Hédon, mais, en juillet dernier, il a ajouté à ses titres précédents l'exposé de faits encore plus importants. Par un procédé particulier de greffe, qui lui a permis de faire d'une manière bien plus décisive que n'avaient pu le faire Von Mering et Minkowski, il a démontré qu'une moitié du pancréas, séparée du système nerveux, l'autre moitié ayant été enlevée, a pu suffire, étant bien greffée, pour remplir les fonctions spéciales de glande sanguine qui appartiennent à cet organe. Nous devons dire que, le même jour où les détails si intéressants de cette importante expérience étaient communiqués par M. Hédon à la Société de Biologie, MM. Gley et Thiroloix communiquaient aussi, à la même Société, des résultats semblables obtenus à l'aide de la même expérience. Mais nous devons ajouter que c'est grâce au mode opératoire

trouvé par M. Hédon pour la première partie de cette expérience que ces deux habiles physiologistes ont pu, comme M. Hédon, arriver à la démonstration expérimentale complète qui manquait encore après les travaux de Von Mering et Minkowski.

M. **Cornevin**, qui mérite de partager le prix avec M. Hédon, est l'auteur d'un très remarquable Traité de Zootechnie, dans lequel sont exposées des recherches extrêmement originales et qui ont été poursuivies par l'auteur avec le plus grand zèle, pendant plus de dix-huit ans, sur de très nombreux animaux domestiques, dans une ferme expérimentale dont il a la direction, près de Lyon. Parmi les résultats qu'il a obtenus nous signalerons les suivants :

1° L'intervalle qui sépare les chaleurs chez les vaches est de vingt-huit jours, presque le même, conséquemment, que l'intervalle entre les menstrues chez la femme.

2° Après avoir prouvé que dans les opérations de métissage des caractères nouveaux apparaissent sur les métis, l'auteur a constaté ce fait extrêmement important qu'il est possible de fixer ces nouveaux caractères, et, par conséquent de créer des races.

3° Les expériences de l'auteur ont établi que, chez les animaux domestiques, le croisement augmente la fécondité.

4° Il a prouvé par des statistiques relatives à l'espèce chevaline, que le changement de climat a pour effet d'élever le percentage des femelles comparé à celui des mâles.

5° Il a étudié la répartition des caractères propres au père et à la mère chez leurs produits et trouvé qu'il y a quelquefois fusion, mais plus souvent juxtaposition de ces caractères et que celle-ci peut se faire dans les trois principales directions, les caractères prepres à l'un des parents pouvant se trouver dans une des parties, en avant ou en arrière, à gauche ou à droite, en haut ou en bas dans le tronc, alors que les caractères spéciaux de l'autre parent sont dans l'une des autres parties homologues.

6° Il a constaté que l'entraînement augmente la longueur des os des membres et rétrécit le bassin, chez le cheval de course.

7° Parmi les faits qu'il a trouvés à l'égard de l'alimentation intensive, nous signalerons le suivant : la capacité cranienne diminue et le poids de l'encéphale est amoindri.

D'autres résultats très nombreux et fort intéressants ont été constatés par l'auteur, à l'égard de la durée de la gestation, du développement du

fœtus, de la consanguinité, de l'hybridation, de l'hérédité, de l'accroissement, de la sexualité, etc.

La Commission propose d'accorder une mention très honorable à M. **Aubert (Ephrem)**, qui, d'après le Rapport de l'un de nous (M. Duchartre), a présenté un Mémoire fort remarquable sur la physiologie des plantes grasses, Mémoire composé de deux principales Parties, qui sont également intéressantes et riches en faits nouveaux. La première a pour objet l'influence des acides gras sur la turgescence et la transpiration des plantes grasses; la seconde traite de la respiration et de l'assimilation chlorophyllienne comparées chez les plantes grasses et les végétaux ordinaires.

La Commission propose aussi de décerner une mention très honorable à M. **J.-Richard Ewald**, professeur à Strasbourg, pour un Ouvrage très important et fort original sur la physiologie de l'organe terminal du nerf auditif [1]. Ce livre contient un grand nombre d'expériences très ingénieuses et fort intéressantes et nous aurions été tentés de donner le prix à l'auteur si, pour arriver à ses conclusions, qui ne sont du reste pas absolument nouvelles, il avait tenu suffisamment compte des effets d'irradiation des irritations dans les cas de destruction expérimentale de certaines parties de l'oreille.

La Commission propose encore de donner une mention honorable à M. **Molisch (Hans)**, professeur à Graz, pour un travail extrêmement intéressant [2], étudié par l'un de nous (M. Duchartre). L'auteur a montré que toutes les plantes contiennent du fer, dans presque toutes leurs parties, mais qu'il n'en existe pas dans la chlorophylle. Il a constaté que le fer, pénétrant par les racines, forme des combinaisons dont les unes permettent de le reconnaître aisément et dont les autres ne le laissent découvrir que par des procédés découverts par l'auteur.

Enfin la Commission propose de donner une mention honorable à M. **Einthoven**, professeur à l'Université de Leyde, pour un travail sur l'action des muscles bronchiques étudiée suivant une nouvelle méthode et sur l'asthme nerveux. Ainsi que l'indique le titre de ce Mémoire, l'auteur a employé une méthode nouvelle dans la recherche de l'action des muscles

---

(1) *Physiologische Unsersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus*, Wiesbaden, 1892.

(2) *Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen.*

bronchiques, et il a obtenu un certain nombre de résultats intéressants qui le rendent digne d'obtenir une mention honorable.

La Commission propose donc :

De partager le prix entre MM. **E. Hédon** et **Ch. Cornevin** ;

De donner deux mentions très honorables, l'une à M. **Ephrem Aubert**, l'autre à M. **J.-Richard Ewald** ;

Et de donner deux mentions honorables, l'une à M. **Hans Molisch** et l'autre à M. **W. Einthoven**.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Ranvier, Charcot, Marey; Brown-Séquard, rapporteur.)

Le sujet du prix pour cette année était le suivant : *Recherches expérimentales et cliniques sur les phénomènes inhibitoires du choc nerveux.*

Un Mémoire [1] très étendu et extrêmement remarquable a été présenté pour ce prix par un physiologiste distingué, M. **H. Roger**, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin des hôpitaux.

Bien que le choc nerveux ait été l'objet de très nombreux travaux, en Angleterre surtout, le rôle proéminent joué par l'inhibition dans la production de cet état particulier a été à peine étudié, excepté à l'égard de la syncope cardiaque. Parmi les actes inhibitoires de cet état morbide, le plus important, peut-être, a été négligé par les praticiens et nous pouvons même dire que, malgré son importance théorique et pratique, il est resté presque complètement ignoré. Il consiste en une influence spéciale du système nerveux, déterminant l'inhibition des échanges entre les tissus et le sang, à laquelle sont dus l'abaissement de la température, la couleur rouge du sang dans les veines et nombre d'autres phénomènes. Cet arrêt des échanges aurait pu être connu davantage, car il a été décrit pour la première fois par l'un des membres de la Commission en 1860, et depuis dans nombre d'autres travaux [2].

---

[1] Un extrait de ce travail a paru dans les *Comptes rendus*, n° 15, 10 oct. 1892, p. 491.

[2] Voyez *Journal de la Physiologie de l'homme*, etc., t. III, p. 151; Paris, 1860, et *Archives de Physiol.*, etc., t. II, p. 767; Paris, 1869. Voyez aussi *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 491; 1882.

Avant les belles recherches de M. Roger, un seul travail a été publié sur le choc nerveux, dans lequel les notions relatives à l'arrêt des échange ont été bien étudiées. Il s'agit d'une excellente Thèse de concours de M. Vincent, de Lyon, rédigée avec l'assistance de celui des membres de la Commission qui a fait connaître cette espèce d'inhibition.

Le mérite principal de l'œuvre si importante de M. Roger est dans la démonstration qu'il a donnée du rôle considérable de l'inhibition des échanges dans le choc nerveux. Son Mémoire, extrêmement riche en faits nouveaux et en conclusions, intéressants par eux-mêmes, a surtout pour but de bien établir que l'état de choc se caractérise par des modifications d'augmentation ou de diminution de puissance d'action, dans les diverses parties de l'organisme, mais que le fait capital se trouve dans l'arrêt des échanges avec ralentissement des mouvements respiratoires et parfois de la circulation.

Les démonstrations de l'auteur consistent non seulement en faits cliniques qu'il a empruntés aux meilleurs auteurs et en faits expérimentaux très nombreux et remarquables par leur nouveauté et leur adaptation parfaite à ce qu'il s'agit d'établir, mais aussi en vingt-cinq beaux tracés, dont la plupart représentent quelques-uns des phénomènes inhibitoires du choc nerveux.

Parmi les faits expérimentaux rapportés par l'auteur, il en est un qui mérite d'être signalé particulièrement. M. Roger a constaté, chez des grenouilles en état de choc, que la strychnine, injectée dans les veines, ne détermine pas ses effets toxiques si connus, bien que la circulation persiste et que la moelle épinière soit plus excitable que normalement. Rien ne démontre mieux que cette expérience que, dans le choc nerveux, les échanges entre les tissus et le sang sont supprimés.

L'œuvre de M. Roger est remarquable encore par d'autres qualités que celles que nous avons signalées. En effet, on ne peut lire son Mémoire sans être frappé du soin et de la clarté qui se montrent dans l'exposé des faits expérimentaux ou cliniques, et de la logique avec laquelle il fait sortir ses conclusions de ces divers faits.

La Commission, en présence d'une œuvre si exceptionnellement belle, est unanime à proposer à l'Académie de décerner le prix Pourat à M. **H. Roger**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Potier, Fizeau; Cornu, rapporteur.)

La Commission du prix Gay, pour 1891, a prorogé d'une année le concours relatif à la question suivante :

Des lacs de nouvelle formation et de leur mode de peuplement.

D'autre part, le sujet proposé par l'Académie pour le concours de 1892 était :

« *Étudier le magnétisme terrestre et en particulier la distribution des éléments magnétiques en France.* »

La Commission actuelle avait donc à juger des travaux de caractères très différents.

Un Mémoire a été présenté sur la première question. Après avoir pris l'avis de nos Confrères les plus compétents, la Commission estime que ce travail ne répond pas au programme d'une manière suffisante; elle propose que la question soit remise au concours pour l'année 1894.

Sur la seconde question, la Commission a reçu un travail important qu'elle a examiné avec le plus grand intérêt.

L'auteur, M. **Moureaux**, météorologiste-adjoint chargé du service magnétique à l'observatoire du Parc Saint-Maur, commence par un résumé sommaire, mais très substantiel, de l'état de nos connaissances relatives au magnétisme terrestre sur toute l'étendue du globe et des modifications subies sur les divers éléments magnétiques dans la suite des temps, depuis les premières observations. La partie principale du Mémoire est relative à l'étude détaillée du magnétisme de la France : c'est l'œuvre personnelle et originale de M. Moureaux.

Chargé en 1884 et 1885 par notre savant confrère, M. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique, de construire les cartes relatives à la déclinaison, l'inclinaison et la composante horizontale, M. Moureaux, muni des appareils portatifs construits par M. Brunner, rapporta les observations complètes faites en 65 stations, réparties sur toute

l'étendue du territoire. Les observations, faites avec un soin extrême, offraient des concordances remarquables avec celles de Lamont (1856-1857) et du P. Perry (1868-1869); elles permirent de construire les cartes qui parurent l'année suivante dans les *Annales du Bureau central météorologique*.

Le haut degré d'exactitude obtenu couramment dans ces déterminations en campagne ne provient pas seulement de l'excellence des instruments et de l'habileté de l'observateur, mais encore du soin déployé par M. Moureaux à choisir les stations ainsi que les moments favorables à l'exactitude des mesures et à la sûreté des corrections : les mesures, en effet, pour être comparables, doivent être rapportées à une époque moyenne déterminée et se trouver affranchies des variations incessantes du magnétisme terrestre; chacune d'elles nécessite donc une correction ou réduction à l'époque moyenne, qu'on obtient par comparaison avec les observations similaires des appareils enregistreurs installés à l'observatoire du Parc Saint-Maur. M. Moureaux, dans son Mémoire, a soin de justifier ce mode de correction en faisant ressortir le parallélisme remarquable des courbes enregistrées au Parc Saint-Maur et à Perpignan, et l'identité des corrections obtenues en partant des résultats de l'un ou l'autre de ces observatoires. On est ainsi assuré que, dans toute l'étendue de la France, les variations normales (en dehors des orages magnétiques) des éléments observés sont sensiblement égales et peuvent être calculées, à chaque instant et à chaque station, d'après les données de l'observatoire du Parc Saint-Maur.

Les Cartes précitées, construites d'après ces soixante-cinq points, avaient permis d'obtenir pour toute la France chacun des éléments magnétiques en adoptant l'hypothèse généralement admise d'une distribution régulière du magnétisme. La comparaison des valeurs calculées d'après ces Cartes avec les observations directes montre en certains points (particulièrement en Bretagne et à Chartres) des écarts supérieurs aux erreurs de mesure. M. Moureaux fit part de ces difficultés à M. Mascart, qui n'hésita pas, connaissant l'habileté et la conscience de l'observateur, à y voir l'indication de phénomènes intéressants, nécessitant une étude approfondie. Les observations faites à Chartres en 1885 furent alors reprises en 1888 et 1889 : les trois séries obtenues en trois points différents des environs de la ville étaient parfaitement concordantes et ne laissaient aucun doute sur l'existence d'une anomalie magnétique dans cette partie de la Beauce. Afin de rechercher l'étendue de cette anomalie, M. Moureaux opéra dans le voisinage de toutes les stations du chemin de fer situées entre Paris et

Nogent-le-Rotrou; les résultats, ramenés à une même époque, établissaient nettement ce fait inattendu que la déclinaison, au lieu d'augmenter régulièrement vers l'ouest, comme la Carte d'ensemble le faisait supposer, passe par un maximum vers Trappes et Chevreuse, diminue ensuite d'environ 0°, 5 jusqu'à Épernon et ne reprend sa variation normale avec la longitude qu'aux environs du Mans. Les autres éléments magnétiques présentent également, dans cette région, des troubles de même ordre.

Dans ces conditions, le tracé des lignes isomagnétiques ne pouvait être entrepris qu'après une étude minutieuse de la région troublée : elle fut faite en 1890 et étendue successivement en 1891 et 1892 à toute la moitié septentrionale de la France. Ce grand travail, comprenant déjà 357 stations, sera terminé dans deux ans pour toute la France, grâce à l'activité infatigable de M. Moureaux.

Les résultats déjà obtenus sont aussi intéressants qu'inattendus : on constate déjà trois groupes principaux d'anomalies : l'un en Bretagne; le second, sur la frontière du nord et de l'est; le troisième et le plus singulier comprend le bassin de Paris : il a été suivi au sud jusqu'à Moulins; il paraît se prolonger à travers la Manche jusqu'en Angleterre, où des observations récentes viennent de le mettre hors de doute.

Nous n'insisterons pas sur l'intérêt de ces résultats qui sont figurés sur les Cartes détaillées que publient en ce moment les *Annales du Bureau central météorologique* et dont on trouvera une réduction dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1893. Mais la Commission désire faire ressortir, en terminant, les qualités éminentes déployées par M. Moureaux dans l'œuvre qu'il a entreprise et qu'il continue avec tant d'ardeur : on reconnaît, à la lecture de ce Mémoire, un observateur de premier ordre, ayant à la fois le respect scrupuleux de ses résultats numériques et la conscience de leur exactitude; aussi, dès le début, n'a-t-il pas cru devoir négliger ou passer sous silence des écarts qu'il croyait notablement supérieurs aux erreurs de lecture. Il en a été récompensé par la découverte d'une perturbation permanente que personne n'avait soupçonnée avant lui et qui paraissait bien improbable dans un pays plat, n'offrant aucun indice géologique ou minéralogique d'action sur l'aiguille aimantée : l'étude qu'il en a faite peut être considérée comme un modèle.

En conséquence, la Commission a décidé, à l'unanimité, de décerner à M. **Moureaux** le prix Gay pour l'année 1892.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. A. Gautier, Schlœsing, Bouchard, Troost; Schützenberger, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix, pour 1892, à M. **L. Guéroult**, ingénieur de la cristallerie de Baccarat, pour l'amélioration qu'il a apportée à la taille du cristal.

Elle propose, en outre, d'attribuer un encouragement à M. le D[r] **Paquelin** pour les perfectionnements qu'il a apportés à son thermocautère, ainsi qu'à l'emploi des essences de pétrole dans les chalumeaux et les éolipyles.

Rapport sur l'amélioration apportée à la taille du cristal par M. L. Guéroult, *ingénieur.*

Jusqu'au 1[er] juillet 1891, les ouvriers employés au polissage du cristal se servaient d'une potée d'étain contenant environ trois parties de plomb sur une partie d'étain. Le tailleur sur cristaux a non seulement les mains continuellement imprégnées de potée, mais ses voies respiratoires sont exposées à une véritable pulvérisation de la même substance, produite par le frottement des pièces à polir contre une roue animée d'un mouvement de rotation rapide.

Dans ces conditions fâcheuses, il est à prévoir que les ouvriers tailleurs sont exposés d'une manière fatale, autant et plus que les ouvriers cérusiers, à l'intoxication saturnine.

L'expérience n'a malheureusement que trop confirmé ces prévisions. D'après le rapport de M. le D[r] Schmitt, attaché à la cristallerie de Baccarat, il y a eu, depuis juillet 1884 jusqu'en juillet 1891, c'est-à-dire dans l'espace de six ans, sur environ deux cents tailleurs sur cristaux passant en potée, trente-neuf malades et une moyenne de dix-sept journées et demie de maladie par mois, résultant d'accidents causés par l'usage de la

potée. Ce fait a été contrôlé sur la prière de la Commission par M. le professeur Spillmann, de Nancy.

Pour obvier à ces inconvénients graves, M. l'ingénieur Guéroult a eu l'heureuse idée de remplacer la potée d'étain ordinaire par une autre potée qui, tout en étant encore plombifère, renferme cependant une proportion beaucoup moindre de métal toxique. Le produit employé est un mélange d'acide métastannique et de potée ordinaire. Jusqu'à présent l'intervention de cette dernière n'a pu être entièrement évitée, mais les résultats obtenus n'en sont pas moins très satisfaisants, comme l'Académie pourra en juger par l'extrait suivant du rapport adressé à la Commission par M. le Dr Spillmann.

« Depuis l'emploi de la nouvelle potée, dit-il, et pendant une période de dix-huit mois, aucun cas de colique de plomb n'a été observé, alors que précédemment cet accident était fréquent et frappait à plusieurs reprises le même ouvrier; de plus le service médical de l'établissement n'a été appelé à constater aucun cas de maladie aiguë due au saturnisme.

» En règle générale, les ouvriers ont bonne mine, ils ne sont pas anémiés, et ne présentent pas de troubles du système nerveux.

» Tous les ouvriers ont été unanimes pour déclarer qu'ils n'étaient plus sujets aux accidents dyspeptiques ni à la constipation depuis l'emploi de la nouvelle potée.

» Chez les tailleurs sur cristaux atteints précédemment d'accidents saturnins, il n'a été constaté aucune rechute.

» Chez les ouvriers qui présentaient des phénomènes d'intoxication chronique les symptômes se sont amendés et la dyscrasie saturnine semble décroître. »

Malgré les apparences si favorables présentées par le nouveau procédé, dont le succès semble établi par l'enquête de M. le professeur Spillmann, confirmant en tout point ce qu'avait annoncé M. le Dr Schmitt, votre Commission croit cependant devoir faire quelques réserves en ce qui concerne l'innocuité complète de la nouvelle potée. Le fait seul de la présence d'une certaine proportion de plomb justifie ses doutes à cet égard. On sait, de plus, que l'organisme peut supporter, sans dommage apparent et considérable, l'introduction quotidienne de très petites quantités de plomb. Nous pensons aussi que la disparition des accidents peut être due, en partie, du moins, à la vigilance avec laquelle l'administration de Baccarat fait appliquer les prescriptions hygiéniques.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins bien établi que M. Guéroult a

réalisé un progrès très sérieux et très important au point de vue de l'hygiène des cristalleries.

En lui décernant le prix Montyon (Arts insalubres) pour 1892, la Commission entend à la fois récompenser, comme il le mérite, un résultat acquis et encourager de nouveaux efforts, en vue d'une solution complète et radicale du problème si heureusement abordé par M. Guéroult.

Rapport sur les appareils présentés par M. le Dr Paquelin.

M. Paquelin a présenté un ensemble de travaux dont les uns ont un caractère d'originalité première, dont les autres sont des perfectionnements apportés à des appareils qui ont déjà été l'objet de récompenses de la part de l'Académie.

Le premier groupe comprend :

Un robinet doseur mélangeur; un chalumeau, un foyer de toile de platine restant incandescent dans l'eau; deux fers à souder, dont l'un, à flamme extérieure, est une application du chalumeau et dont l'autre, à foyer intérieur, sans apparence de flamme à l'extérieur, est une application du foyer de platine. Ce dernier est plus spécialement destiné aux vitrailleurs.

Le second groupe se compose d'un thermocautère et d'un éolipyle analogues à ceux déjà présentés antérieurement à l'Académie, mais avec de nouveaux perfectionnements, ayant pour effet d'éloigner les causes de danger qu'offraient encore les premiers appareils. Tous ces appareils et instruments sont alimentés par un mélange gazeux formé d'air atmosphérique et de vapeurs hydrocarbonées; la composition de ce mélange est réglée à volonté à l'aide d'un robinet doseur de structure toute spéciale et très ingénieuse. Le jeu de ce robinet est comparable à celui de deux tiroirs, dont l'un s'ouvrirait ou se fermerait au même moment de la quantité même dont l'autre se fermerait ou s'ouvrirait.

On obtient ainsi avec les chalumeaux des flammes plus ou moins oxydantes, plus ou moins chaudes, d'une température limite d'environ 1800°.

Dans le nouveau thermocautère, les produits de la combustion s'échappent en haut du manche, au-dessus de la main de l'opérateur, ce qui permet de porter le cautère dans les cavités sans en brûler les bords ni les parois.

Le nouveau carburateur qui alimente les chalumeaux et le thermocautère est en métal, et le liquide combustible y est absorbé par un corps po-

reux. On évite ainsi toute chance de rupture du réservoir et la projection du liquide à l'état de flamme.

Les modifications apportées à l'éolipyle sont : la substitution de la ouate imbibée d'essence à l'essence liquide; l'emploi d'un régulateur absolument étanche remplaçant les régulateurs à presse-étoupe qui ne tardent pas à fuir. Enfin l'extrémité inférieure de la cheminée plonge moins loin dans l'intérieur du canal central du corps de l'éolipyle, d'où résulte une diminution sensible de la pression de travail, qui ne dépasse pas 1 à 2 dixièmes d'atmosphère.

En résumé, les nouveaux appareils et instruments présentés par M. le Dr Paquelin en vue de développer les applications de l'essence de pétrole sont très ingénieux et susceptibles de rendre de grands services aux ouvriers spéciaux auxquels ils sont destinés. Ces avantages ne consistent pas seulement en une plus grande économie ou une plus grande facilité dans le travail, mais aussi en une sécurité bien supérieure à celle donnée par les systèmes antérieurs.

C'est en raison de ces conditions que la Commission des Arts insalubres demande pour M. **Paquelin** un encouragement, prélevé sur les fonds du prix Montyon.

Lampe de mineur, de M. de la Roulle.

La lampe de M. de la Roulle a été examinée par la Commission permanente instituée près le Ministre des Travaux publics; son usage a été autorisé par elle, mais il ne s'est pas encore répandu. Les perfectionnements dus à M. de la Roulle n'ont donc pas encore reçu la sanction de l'expérience, sanction absolument indispensable en pareille matière; l'usage seul peut, en effet, révéler les avantages ou les inconvénients d'une lampe de mineur.

La Commission réserve donc son appréciation jusqu'au moment où l'expérience aura fourni des résultats probants.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Sarrau, Fizeau, Berthelot, Daubrée; Bertrand, rapporteur).

La Commission décerne le prix Trémont à M. **Émile Rivière**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Hermite, Berthelot, Fizeau, d'Abbadie; Bertrand, rapporteur).

La Commission décerne le prix Gegner à M. **Paul Serret**.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, d'Abbadie, Bertrand, Milne-Edwards; Alfred Grandidier, rapporteur.)

M. **Georges Rolland**, ingénieur des mines, dont le nom est bien connu de l'Académie à laquelle il a fait de nombreuses et intéressantes Communications sur ses recherches dans le nord de l'Afrique, a soumis à l'examen de la Commission du prix Delalande-Guérineau deux volumes, où est résumé l'ensemble de ses observations sur la géologie de la partie du Sahara algérien qu'il a visitée comme membre de la mission chargée par le Gouvernement français d'étudier le tracé du chemin de fer transsaharien, et qui est comprise entre $0°30'$ et $4°$ de longitude est et $30°$ et $36°$ de latitude nord; trente et une Planches accompagnent cet important travail, comprenant la Carte générale de la mission à $\frac{1}{1250000}$; cinq Cartes géologiques détaillées des régions parcourues, dix-sept Planches de coupes et plusieurs Planches de fossiles et d'animaux recueillis dans ce voyage.

Dans cet Ouvrage, M. Rolland décrit les quatre types les plus caractéristiques de la région saharienne : les hamada rocheuses; les dépressions humides et salées; les dunes de sable et les pâtés montagneux. Puis il passe en revue les diverses formations de cette vaste zone : terrains crétacés du Sahara septentrional; terrains de transport et terrains lacustres du Sahara algérien, qui ne sont pas tous d'âge quaternaire, comme le pensaient la plupart des géologues, mais dont une grande partie remonte à l'époque pliocène; grandes dunes de sable pour la répartition et la constitution desquelles il a établi un certain nombre de règles.

Une Carte d'ensemble montre l'état actuel de nos connaissances géologiques sur le nord de l'Afrique, carte instructive où il a condensé non seulement les documents qu'il a lui-même recueillis sur place, mais ceux

que lui ont fournis divers voyageurs et auteurs, MM. O. Lenz, Zittel, Suess, etc. A cette Carte est joint un essai d'histoire géologique abrégée du Sahara depuis les temps primaires, que suivent des considérations physiques sur la grande période d'humidité par laquelle a passé cette partie de l'Afrique avant l'époque actuelle.

En somme, c'est un Ouvrage important, auquel la Commission a été unanime à attribuer le prix Delalande-Guérineau pour l'année 1892.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Bertrand, Fizeau, Hermite ;
Berthelot, rapporteur.)

Les travaux de M. **Le Chatelier** sur la dissociation et sur les équilibres chimiques, poursuivis avec zèle et succès pendant plusieurs années, ont éclairé d'une lumière nouvelle ces questions, qui sont aujourd'hui à l'ordre du jour de la Science.

La Commission a jugé leur auteur digne du prix Jérome Ponti.

PRIX LECONTE (DE CINQUANTE MILLE FRANCS).

(Commissaires : MM. Bouchard, Pasteur, Hermite, Milne-Edwards, Chauveau, Duclaux, Verneuil; conformément au règlement, MM. de Lacaze-Duthiers, Président de l'Académie, J. Bertrand et Berthelot, Secrétaires perpétuels, prennent part à la délibération de la Commission. M. Pasteur, rapporteur.)

La partie de l'œuvre de **Villemin**, que votre Commission vous propose de récompenser par le prix Leconte, est la démonstration de la spécificité et de la transmissibilité de la tuberculose.

Après avoir longtemps étudié comme clinicien la tuberculose, Villemin pressentait que cette affection devait être classée au nombre des maladies virulentes et contagieuses. La méthode expérimentale qu'il pratiqua en maître apporta à l'appui de ses idées préconçues les preuves les plus décisives. La contagion du tubercule de la vache au lapin, du lapin au lapin, de l'homme au cobaye, ainsi qu'à d'autres animaux, fut établie. Les dangers provoqués par les crachats des phtisiques et la pulpe caséeuse des

ganglions scrofuleux furent démontrés. Ces faits si nouveaux, il y a vingt-cinq ans, Villemin les consigna dans un livre admirable. Non seulement tout ce qu'il annonçait était vrai, mais les hypothèses sur le rapprochement qui devait exister entre le virus et les ferments, hypothèses indiquées à un moment où tout était encore obscur, se sont vérifiées.

« Nous n'avons pu, écrivait-il à la fin de son livre et en proclamant ce fait : *la tuberculose est inoculable,* nous n'avons pu réprimer un mouvement d'enthousiasme quand nous sommes venu annoncer à l'Académie de Médecine la prise de possession du fait que nous venions de découvrir. »

Ainsi qu'il arrive presque toujours, Villemin eut à subir des discussions et des négations. Les oppositions vinrent de toutes parts. En Angleterre, le célèbre physiologiste Burdon-Sanderson ; en Allemagne, le grand pathologiste Cohnheim déclarèrent tout d'abord que la tuberculose n'était point due à un virus spécifique, mais pouvait être provoquée par l'introduction dans l'organisme de pus de diverses natures et même des substances les plus variées.

Soutenu en France, malgré le grand nombre d'adversaires, par un homme comme M. Chauveau, et cet appui était déjà une victoire, Villemin attendit avec confiance le jugement du temps qui prononce en dernier ressort sur la valeur de toutes les découvertes. Il eut la joie de voir son redoutable adversaire de la première heure, Cohnheim, déclarer, après avoir fait lui-même de nombreuses expériences, la transmissibilité de la tuberculose. Cohnheim déclare que non seulement la découverte de Villemin constituait un progrès incomparable, mais qu'il y a peu de découvertes qui aient produit une impression aussi profonde sur l'esprit des médecins. Le jour où le D[r] Koch parvint à isoler le bacille tuberculeux dont Villemin avait pressenti l'existence, il fut reconnu généralement, et par Koch lui-même, que l'idée de la transmissibilité de la tuberculose, proclamée par Villemin, avait été le point de départ de cette dernière découverte. Toutes les oppositions tombèrent alors les unes après les autres. L'œuvre de **Villemin** resta debout. En 1891, le Congrès pour l'étude de la tuberculose le nomma Président par acclamation. Ce fut son dernier triomphe.

Le prix que votre Commission vous propose de décerner à ses travaux représente aujourd'hui le premier hommage de la postérité.

Un prix sur les reliquats de la fondation Leconte est décerné à M. **Deslandres** attaché à l'Observatoire de Paris, pour ses travaux relatifs à

l'Analyse spectrale appliquée à l'Astronomie. M. Deslandres a été autorisé à consacrer aux observations spectroscopiques le grand télescope à réflexion de l'Observatoire. Il est parvenu à disposer les pièces nouvelles nécessaires à ce genre d'observation, de façon à constituer un instrument d'un maniement facile et d'une puissance exceptionnelle.

M. **Deslandres** a déjà mis sous les yeux de l'Académie un certain nombre de photographies de spectres, d'étoiles et de protubérances solaires d'un grand intérêt et qui promettent les plus importants résultats pour l'avenir.

Un prix est accordé à M. **Maurice d'Ocagne** pour son Ouvrage intitulé : *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques. Essai d'une théorie générale.*

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste,* l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Lebrun** (**Albert-François**), né le 29 août 1871, à Mercy-le-Haut (Meurthe-et-Moselle), et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1893, 1894, 1895 ET 1896.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1894.)

Perfectionner en un point important la théorie de la déformation des surfaces.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1894; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

L'Académie met au concours, pour l'année 1894, la question suivante :

Étude des problèmes de Mécanique analytique admettant des intégrales algébriques par rapport aux vitesses et particulièrement des intégrales quadratiques.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secré-

tariat de l'Institut avant le 1er octobre 1894; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme Veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs*, qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix est de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix est de *sept cents francs*.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ».

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,*

dans sa séance publique, un prix de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans*, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

L'Académie annonce qu'elle décernera pour la dernière fois le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1894.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1893.)

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie met au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1893, la question suivante :

Étude historique, théorique et pratique sur la rupture des volants.

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Le prix fondé par Jérôme de Lalande, pour être accordé *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le Travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie, sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix est de *cinq cent quarante francs*.

PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour l'année 1896.)

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie met au concours, pour l'année 1894, la question suivante :

Perfectionner les méthodes de calcul des perturbations des petites planètes en se bornant à représenter leur position à quelques minutes d'arc près, dans un intervalle de cinquante ans; construire ensuite des Tables numériques permettant de déterminer rapidement les parties principales des perturbations.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1894.

L'Académie met, en outre, au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 et tenant compte de l'attraction de Neptune.

On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète en 1910.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1896.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Par Décret, en date du 18 décembre 1886, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite par M. Janssen pour la fondation d'un prix consistant en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Le prix fondé par M. Janssen a été décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1887.

Ce prix sera annuel pendant les sept premières années, et deviendra biennal à partir de l'année 1894.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis La Caze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel- » lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront* » *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en* » *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-

» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1893, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1196 et 1209.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs,* aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1194.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1893.)

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet de grand prix des Sciences physiques à décerner en 1893 la question suivante :

Étude approfondie d'une question relative à la géologie d'une partie de la France.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX BORDIN.

L'Académie met au concours, pour l'année 1893, la question suivante :

Genèse des roches éclairée par l'expérimentation synthétique.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1894.)

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande Société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle qu'elle a mis au concours pour l'année 1894 la question suivante :

Étude des causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

PRIX DELESSE.

Mme Veuve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs,* destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger,* d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné dans la séance publique de l'année 1893.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX FONTANNES.

Par son testament, en date du 26 avril 1883, M. Charles-François Fontannes a légué à l'Académie des Sciences la somme de *vingt mille francs,* pour la fondation d'un prix qui sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.*

L'Académie décernera le prix Fontannes dans la séance publique de l'année 1893.

Le prix est de *deux mille francs.*

Les ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à

la fondation d'un *prix annuel*, « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, *français ou étranger*, du meilleur ou du
» plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout
» ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est de *seize cents francs*.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*. »

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Eu- » rope (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1201.)

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour

faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans,* alternativement, par l'Académie des Sciences à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France,* et par l'Académie des Sciences morales et politiques au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

Le prix Morogues, dont la valeur est de *dix-sept cents francs,* sera décerné en 1893. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1200.)

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je

» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera

décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de gué-

» rir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible » fléau (¹) ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une » médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

(¹) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la Science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magné- » tiques ou autres ; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répan- » dus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des » causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, » à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aper- » çoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la Science met à la » disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai » expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit » gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait » avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, » soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, » soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui » jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou » une des causes de la maladie. »

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le D[r] Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*, pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, dont la valeur est de *mille francs*, sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs*, pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à* » *la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1893, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin 1893.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs*

par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique ».

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1895, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

PRIX PARKIN.

M. le Dr John Parkin a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 30 décembre 1885, la somme de 1500 livres sterling pour être placée en rentes françaises, et le revenu être employé, tous les trois ans, à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie décernera pour la première fois le prix Parkin dans la séance publique de l'année 1893.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Par son testament, en date du 23 novembre 1881, Mlle Anne-Marie Foehr a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *quatorze cent soixante et onze francs* pour fonder un *prix annuel*, dit Prix Bellion, à décerner aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages ou* » *fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélio-* » *ration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Par son testament, en date du 4 février 1869, le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie des Sciences « *dix mille francs à donner en prix à* » *l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui ont retardé* » *ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute antiquité jusqu'à* » *nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des intérêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique annuelle.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur

l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs,* à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Le prix Dusgate sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs.*

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de *Physiologie expérimentale,* et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement un prix de la

valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1194.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1893.)

M. le D[r] Marc-Aubin Pourat, par son testament en date du 20 juin 1876, a légué à l'Académie des Sciences la nue propriété d'un titre de *deux mille francs* 5 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages doivent être affectés, après extinction de l'usufruit, à la fondation d'un *prix annuel à décerner sur une question de Physiologie*.

Un décret du 29 octobre 1877 a autorisé l'acceptation de ce legs.

L'Académie est entrée en possession dudit legs le 27 mai 1887.

Elle rappelle qu'elle a proposé, pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1893, la question suivante :

Rechercher les effets des injections sous-cutanées ou intra-vasculaires des liquides normaux de l'organisme ou d'extraits liquides des divers tissus ou organes.

Le prix est de *dix-huit cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1[er] juin 1893.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1894.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1894, la question suivante :

Des influences qu'exercent le pancréas et les capsules surrénales sur le système nerveux et réciproquement des influences que le système nerveux exerce sur ces glandes, étudiées surtout au point de vue physiologique.

Le prix est de *dix-huit cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1894.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Par son testament olographe, en date du 3 février 1883, M. le Dr Félix-Antoine Martin-Damourette a légué à l'Académie des Sciences *quarante mille francs* pour *fonder un prix annuel ou biennal de Physiologie thérapeutique*.

Un décret en date du 29 juin 1887 a autorisé l'Académie à accepter la moitié seulement dudit legs.

L'Académie a décidé que le prix Martin-Damourette serait décerné *tous les deux ans*.

Ce prix, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1893.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1893.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1893.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1893, la question suivante :

Étude sur les trajectoires des cyclones venant de l'Amérique du Nord ou des Antilles.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1893.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1894.)

Étude des eaux souterraines : de leur origine, de leur direction, des terrains qu'elles traversent, de leur composition et des animaux et des végétaux qui y vivent.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1894.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier*, et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique de l'année 1894, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 31 décembre 1893.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique

annuelle, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant*, *ingénieur*, *artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans la séance publique de l'année 1894.

Le prix est de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France »,

a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.
» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.
» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation.

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1896.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1894.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans,* à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1893.

PRIX LECONTE.

Conformément au testament de M. Victor-Eugène Leconte, en date du 10 septembre 1886, une somme de *cinquante mille francs* sera donnée, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

PRIX TCHIHATCHEF.

Par testament en date du 1er mars 1875, M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex- » ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con- » trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi- » neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre- » prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1893.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1893.

PRIX GASTON PLANTÉ.

Par testament olographe en date du 6 mai 1889, M. Raymond-Louis-Gaston Planté a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *quinze cents francs* par an, destinée à la fondation d'un prix, lequel, décerné tous *les deux ans*, sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

Un Décret, en date du 4 juillet 1892, a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie décernera pour la première fois, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance publique de l'année 1893.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. BERTRAND**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **MICHEL CHASLES**, Membre de l'Académie.

M. **J. JANSSEN**, Membre de l'Académie, lit une Notice sur « Un observatoire au mont Blanc ».

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1892.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1892.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1893, 1894, 1895 *et* 1896.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1893, 1894, 1895 ET 1896.

1893

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Étude historique, théorique et pratique sur la rupture des volants.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

PRIX L. LA CAZE. — Décernés aux auteurs du meilleur travail sur la Physique, la Chimie et la Physiologie.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude approfondie d'une question relative à la géologie d'une partie de la France.

PRIX BORDIN. — Genèse des roches éclairée par l'expérimentation synthétique.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES. — Décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX MOROGUES. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX PARKIN. — Recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal ou végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX POURAT. — Rechercher les effets des injections sous-cutanées ou intra-vasculaires des liquides normaux de l'organisme ou d'extraits liquides des divers tissus ou organes.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.

Prix Gay. — Étude sur les trajectoires des cyclones venant de l'Amérique du Nord ou des Antilles.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1894

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en un point important la théorie de la déformation des surfaces.

Prix Bordin. — Étude des problèmes de Mécanique analytique admettant des intégrales algébriques par rapport aux vitesses et particulièrement des intégrales quadratiques.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Damoiseau. — Perfectionner les méthodes de calcul des perturbations des petites planètes.

Prix Vaillant. — Étude des causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.

Prix da Gama Machado. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Pourat. — Des influences qu'exercent le pancréas et les capsules surrénales sur le système nerveux et réciproquement des influences que le système nerveux exerce sur ces glandes, étudiées surtout au point de vue physiologique.

Prix Gay. — Étude des eaux souterraines : de leur origine, de leur direction, des terrains qu'elles traversent, de leur composition et des animaux et des végétaux qui y vivent.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

1895

Prix de la Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces Sciences.

1896

Prix Damoiseau. — Relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 et tenant compte de l'attraction de Neptune. Calculer ensuite exactement le prochain retour de la comète en 1910.

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 DÉCEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Edmond Perrier*, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. de Quatrefages.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Perrier** prend place parmi ses confrères.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Élévations thermiques sous l'influence des injections des produits solubles microbiens;* par MM. **Bouchard** et **Charrin**.

« Il est aujourd'hui définitivement établi que les microbes interviennent surtout à l'aide des substances chimiques qu'ils produisent. L'hyper-

thermie est au nombre des phénomènes que provoquent ces agents pathogènes, ou plutôt leurs sécrétions.

» La découverte de Koch relative à la tuberculose a, pour sa part, appelé l'attention sur ce point. Sans entrer dans le détail des discussions nombreuses soulevées par cette découverte, nous ferons remarquer que, pour beaucoup d'auteurs, de tout ce qui a été annoncé, il reste ce principe, à savoir que le bacille de la tuberculose fabrique *in vitro* un corps ou des corps spécifiques capables, à eux seuls, d'élever la température chez les tuberculeux, et chez les tuberculeux seulement. On pourrait donc retenir de ces différents travaux un excellent moyen de diagnostic.

» En faisant pour la morve ce qui venait d'être réalisé pour la phthisie bacillaire, Kalning paraît avoir confirmé cette donnée. Le germe de la morve crée une matière, la malléine, qui détermine la fièvre, ou un accroissement d'hyperthermie, uniquement chez les sujets morveux.

» Toutefois, cette notion, concernant les accroissements thermiques sous l'influence des ferments figurés ou de leurs produits solubles, n'est pas absolument nouvelle.

» Dès 1822, Gaspard élève la température des animaux, en leur injectant une infusion de viandes putréfiées. Ne pouvant, à cette époque, songer aux microbes, il conclut à un accident d'intoxication. Plus tard même, à la suite d'une série d'expériences, il admit que l'ammoniaque était le principal poison contenu dans ces infusions de viandes putréfiées.

» La question est demeurée longtemps stationnaire. Avec Boyer, Bonnet, Dumas, Panum, Bergmann et Schmiedberg, Schmidt et Petersen, Zülzer et Sonnenschein, etc., on s'occupe des décompositions qui se font au niveau des plaies. Toutefois, on laisse dans l'ombre le problème de la fièvre.

» Otto Weber, en 1864, analysant les phénomènes causés par les principes septiques, parmi eux l'hyperthermie, distingue les substances phlogogènes des éléments pyrétogènes. En faisant monter la température, grâce à des injections de cultures stérilisées, M. Chauveau démontre la réalité de ces éléments pyrétogènes. Mais ces cultures n'étaient pas pures, autrement dit, elles renfermaient des germes d'espèces variées, plus ou moins différentes les unes des autres. En outre, ces injections contenaient les bactéries elles-mêmes ou, du moins, leurs cadavres, aussi bien que leurs produits dissous dans le milieu liquide ambiant.

» Ces remarques ne sauraient s'appliquer aux recherches de MM. Charrin et Rüffer, qui, le 1er février 1889, ont communiqué les résultats de diverses expériences établissant le pouvoir thermogène de la culture stérilisée du

bacille pyocyanique, même lorsque cette culture a été chauffée, filtrée sur porcelaine. Henrijean ([1]) a confirmé ces résultats pour le cas particulier du microbe du pus bleu.

» A cette époque, M. Bouchard a mis en évidence les actions sur la calorification des sécrétions de sept agents pathogènes, actions influencées par plusieurs facteurs, spécialement par le choix de la porte d'entrée de ces sécrétions. (Voir *Archiv. de Phys.*, p. 689; sept. 1889.)

» Douze jours après, M. Roussy a annoncé, de son côté, qu'il déterminait des accès de fièvre à l'aide de substances dérivées d'un organisme reconnu comme appartenant au groupe des levûres.

» En novembre 1890, Koch a fait savoir ce qu'était sa tuberculine; à partir de ce moment, cette question s'est élargie; des horizons nouveaux se sont révélés. Nous-mêmes, nous avons abordé ce problème; nous allons y revenir.

» Vers cette période, on a quelque peu généralisé la notion de l'hyperthermie par les produits solubles. On a fait, pour différents agents pathogènes, ce que Serafini avait réalisé pour le pneumocoque. Puis, Buchner, après lui, Klemperer, Röhmer ont vu que le protoplasma des bactéries ou les éléments adhérents à ce protoplasma jouissaient particulièrement de cette propriété. Ces auteurs ont étudié sept microbes distincts, parmi eux le bacille pyocyanogène, un des plus riches, peut-être, en principes thermogènes.

» A plusieurs intervalles, nous nous sommes occupés des qualités vasomotrices des toxines, toxines plus spécialement dilatatrices pour le bacille de la tuberculose, constrictives d'abord, puis dilatatrices également pour le bacille pyocyanique. Ces pouvoirs, sur l'appareil circulatoire, nous ont conduits, après de longs essais sur l'animal, à des tentatives thérapeutiques sur l'homme.

» Déjà, en 1891 ([2]), nous avons indiqué quelques-unes de ces considérations. Dans une Note à l'Académie des Sciences, les effets sur la température, sur la dyspnée, sont mentionnés.

» Ces recherches ont été poursuivies. Elles ont exigé une série d'études, dans le laboratoire comme à l'hôpital. Résumons très succinctement quelques-unes de nos observations. Les conclusions seront faciles à déduire.

([1]) Henrijean, *Rev. de Méd.*, 1890.

([2]) *Comptes rendus*, p. 524; 26 oct. 1891. — Bouchard, *Actions vaso-motrices des produits bactériens*, p. 559. — Charrin, *Les produits solubles du bacille pyocyanique produisent la fièvre.*

» *Observation I.* — A 10^h et à midi, le 20 mai 1891, on injecte à un tuberculeux, dans un but thérapeutique, 1^{cc}, chaque fois, d'une culture stérilisée du bacille pyocyanique, culture âgée de quinze jours et faite dans du bouillon de bœuf. A $1^h 15^m$, le malade est pris de dyspnée; l'auscultation révèle une notable augmentation des râles humides précédemment entendus dans les deux poumons; la face est congestionnée; la température, qui, jusqu'à ce jour, ne dépassait pas 39°, atteint 40°, 2 et, à 2^h, 40°, 7.

» Les symptômes s'amendèrent dans la soirée.

» Le lendemain, ce malade ne se plaignait plus que d'une sensation de fatigue, de brisement; le thermomètre était revenu au chiffre habituel, oscillant, dans ce cas particulier, entre 37°, 8 et 38°, 8.

» Depuis cette époque, chez douze malades, les circonstances ont paru légitimer l'emploi de ces substances. Toujours la température a été influencée dans le sens de l'accroissement; mais, instruits par l'observation que nous venons de rappeler, nous n'avons jamais constaté des augmentations inquiétantes.

» *Observation I bis.* — Le 30 novembre 1892, on injecte à un tuberculeux, qui présente, aux sommets des poumons, des lésions du second degré, un demi-centimètre cube d'une culture du bacille pyocyanique; cette culture, faite dans du bouillon de bœuf et âgée de seize jours, a été stérilisée par un contact prolongé avec le naphtol, à la dose de 0,50 pour 1000, pendant quatre jours.

» Voici l'indication sommaire des résultats :

» Avant l'injection, pratiquée sous la peau de l'abdomen, la température rectale marquait 38°, 3, à 10^h du matin. Le thermomètre s'élevait à 39°, 5 à 11^h, à 39°, 3 à 2^h, à 38°, 5 à 5^h. Les jours précédents, jamais on n'avait dépassé 38°, 9.

» *Observation II.* — Le 1er décembre, le même malade reçoit deux tiers de centimètre cube du même liquide. La température, qui marquait 38°, 2 à 10^h, avant l'opération, atteint 38°, 7 à 11^h; 39°, 6 à 2^h et 40° à 5^h.

» *Observation III.* — On injecte, le 3 décembre 1892, à un autre tuberculeux, en même temps qu'au précédent, un demi-centimètre cube, à chacun, d'une culture ne différant de la précédente que par l'âge; elle n'a que trois jours au lieu de seize, c'est-à-dire qu'elle a été stérilisée la troisième journée qui a suivi l'ensemencement.

» Chez l'un et l'autre les modifications thermiques sont insignifiantes; elles ne dépassent pas 0°, 2.

» Dans de nouvelles expériences, nous avons eu recours à un milieu de culture spécial, dont voici la composition :

PO^4KH^2	0,100 gr	$MgSO^4 + 7Aq$	0,050 gr
$PO^4Na^2H + 12Aq$	0,100	Acide aspartique neutralisé par la soude	4,433
CO^3KH	0,134		
$CaCl^2$	0,050		

Eau, quantité suffisante pour faire 1 litre.

» *Observation IV.* — Le 6 décembre 1892, on a injecté, au même moment, à un tuberculeux et à un jeune homme convalescent de fièvre typhoïde, un demi-centimètre cube de cette culture âgée de trois jours et stérilisée par le naphtol.

» La température s'est élevée de 0°,3 chez le convalescent, oscillation normale; elle n'a subi aucune augmentation chez le premier.

» *Observation V.* — La même dose de cette même culture, après seize jours d'évolution, au lieu de trois, a été injectée à ces deux mêmes malades, le 8 décembre.

» Le tuberculeux a eu une élévation de 0°,7 et le convalescent de 0°,6, quatre heures après l'opération.

» *Observation VI.* — Le 10 et le 13 décembre ces deux malades ont encore reçu, chacun et chaque fois, 1^{cc} de cette même culture.

» La moyenne de l'accroissement thermique a atteint 1° chez le phthisique et 0°,7 chez le convalescent.

» *Observation VII.* — Le 20 décembre 1892, on injecte à un ataxique un demi-centimètre cube de la culture du bacille pyocyanique, culture faite dans le milieu aspartique, âgée de seize jours et stérilisée par le naphtol; on obtient 0°,1 d'élévation; chez le même malade, le 22 décembre 1892, on a, avec la même dose, 0°,6 d'augmentation, quand, au lieu de prendre la culture en bloc, on se sert de la partie demi-solide restée sur la bougie et contenant les cadavres des microbes.

» *Observation VIII.* — Le 17 décembre, on injecte 1^{cc} de la culture pyocyanique à deux myxœdémateuses. Cette culture, âgée de seize jours, faite dans le milieu aspartique, a été stérilisée par filtration à la bougie.

» On ne note aucun changement thermique appréciable. La température, comme les jours précédents, oscille entre 37° et 37°,4.

» Il est à remarquer que de fortes doses de ce liquide filtré agissent chez l'animal.

» Des injections d'eau stérilisée et de bouillon pur, pratiquées dans les mêmes conditions de doses, d'introduction (voie sous-cutanée), n'ont pas modifié la température d'une manière notable.

» La première observation prouve que les toxines du bacille du pus bleu sont capables d'élever la température, même de provoquer un ensemble de phénomènes rappelant ce qui a été décrit par Koch sous le nom de *réaction*.

» Ces élévations thermiques sont d'autant plus marquées que la dose est plus forte, la culture plus âgée (Observations I *bis*, II, III).

» Elles sont également plus intenses, suivant les milieux de culture; les milieux riches en principes albuminoïdes sont plus favorables (Observations V, VI). Arnaud et Charrin ont indiqué que les corps spécifiques étaient plus abondants dans ces milieux.

» Elles sont encore influencées par d'autres conditions.

» Les tuberculeux sont les personnes chez lesquelles ces accidents ac-

quièrent le maximum; ils se développent cependant chez d'autres malades.

» La culture filtrée à la bougie agit infiniment moins que si le liquide injecté contient les cadavres des bacilles. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des vaisseaux et des clasmatocytes de l'hyaloïde de la Grenouille;* par M. **Ranvier**.

« L'hyaloïde est une mince membrane qui sépare la rétine du corps vitré. Chez les Mammifères, elle ne contient pas de vaisseaux et la rétine est vascularisée dans toute sa partie interne jusqu'au plexus basal, plexus qui a été désigné par les auteurs qui m'ont précédé sous le nom de *couche granuleuse externe*. Chez les Batraciens, la rétine n'a de vaisseaux dans aucune de ses couches et, tout au contraire, l'hyaloïde possède un très beau réseau vasculaire.

» Eberth (1) est, à ma connaissance, le dernier auteur qui se soit occupé des vaisseaux sanguins de l'hyaloïde de la Grenouille. Il les a décrits d'après ses recherches et celles d'Iwanoff. Sur nombre de points sa description est fort exacte, mais, sur d'autres, elle est insuffisante ou erronée. J'aurai soin, dans l'exposé qui va suivre, de faire ressortir, autant que possible, ce qui était connu avant mes recherches et ce qu'elles contiennent de nouveau.

» Lorsque, après avoir détaché l'œil d'une Grenouille, en prenant les précautions d'usage, et l'avoir divisé suivant son équateur, on essaye de détacher l'hyaloïde de la rétine sous-jacente, on ne peut y parvenir. Je ne sais quel moyen Eberth a employé pour y réussir; il ne le dit pas. C'est pour cela, sans doute, que, depuis lors, la science est restée silencieuse sur cette intéressante question.

» Il y a entre les deux membranes une union très intime qui ne peut être rompue que par les dissociateurs chimiques, l'alcool au tiers, par exemple.

» C'est ce réactif que j'ai surtout employé dans les recherches que je vais exposer dans cette Note. Pour l'appliquer à l'étude de l'hyaloïde, il faut, après avoir divisé l'œil suivant son équateur avec des ciseaux aigus et

(1) Voir *Stricker's Handbuch*, p. 206, fig. 52 et 53.

bien tranchants, le placer dans quelques centimètres cubes d'alcool au tiers et l'y laisser séjourner pendant plusieurs heures. La membrane se sépare ensuite avec la plus grande facilité sous l'influence d'une traction légère. Je la place alors sur une lame de verre porte-objet où je la soumets pendant deux minutes à l'action de l'acide osmique à 1 pour 100. Elle est alors définitivement fixée. Après l'avoir lavée à l'eau distillée, je la colore par le violet de méthyle 5B, et je la monte en préparation dans la glycérine.

» La paroi des vaisseaux sanguins est colorée en violet clair et les noyaux qu'elle contient en violet foncé. Il en résulte que l'ensemble de l'appareil vasculaire se montre, dans cette préparation, d'une manière aussi nette que si les vaisseaux avaient été injectés. On peut, du reste, le démontrer en soumettant successivement à l'observation microscopique ces préparations et d'autres, où le système vasculaire a été rempli d'une masse de gélatine colorée par le bleu de Prusse. Ces deux espèces de préparations sont parmi les plus belles que l'on puisse observer.

» On y voit que même chez les Grenouilles adultes, par exemple *R. esculenta* de grande taille, le réseau vasculaire est encore en voie de croissance, puisque en nombre de points il y a des pointes d'accroissement et des réseaux capillaires minuscules qui s'établissent dans les mailles du réseau primitif. Mais ce n'est là qu'un phénomène accessoire, au moins au point de vue où je me place aujourd'hui. Je passe.

» Dans les préparations obtenues par l'action successive de l'alcool au tiers, de l'acide osmique et du violet 5B, on constate que tous les vaisseaux de l'hyaloïde, quel que soit leur diamètre, sont entourés d'une membrane, *membrane accessoire*, dont la constitution est fort singulière; d'une minceur extrême, et à peine teintée de violet, elle est doublée de cellules formées chacune d'un noyau et d'une masse de protoplasma ramifiée, arborisée et colorée en violet foncé. Leurs prolongements relativement épais s'anastomosent les uns avec les autres de manière à former un réseau continu. Ces prolongements, aussi bien que le corps cellulaire duquel ils se dégagent, sont soudés à la membrane qui les recouvre.

» Dans mes leçons, j'ai comparé la membrane à l'étoffe d'un parapluie, et les prolongements protoplasmiques des cellules sous-jacentes aux baleines qui la soutiennent. Eberth a vu et les cellules en question et la membrane accessoire; mais il a cru que les vaisseaux étaient entourés tantôt des cellules, tantôt de la membrane, sans reconnaître qu'elles existaient simultanément. Son observation a été sans doute incomplète ou défectueuse, à cause de l'insuffisance de sa technique. C'est là ce que je

pense, mais je ne peux cependant pas en juger d'une manière absolue, puisqu'il n'a nullement indiqué ses moyens de recherches.

» Il y a dans le travail d'Eberth une autre erreur qui a une plus grande importance, erreur cependant bien excusable, erreur que bien d'autres auraient commise, erreur que j'aurais faite sans doute à l'époque où remonte son travail. Il y a dans l'hyaloïde de la Grenouille, à côté des vaisseaux sanguins et généralement dans les mailles qu'ils circonscrivent, des cellules singulières. Je vais les décrire d'abord telles qu'elles se montrent dans mes préparations, puis je donnerai mon interprétation et, à la fin, celle d'Eberth.

» Ces cellules sont étoilées, elles ont le noyau bosselé des cellules lymphatiques, tel que je l'ai décrit le premier, un corps cellulaire petit et granuleux, et des prolongements grêles munis de renflements irréguliers. Elles se colorent vivement sous l'influence du violet 5B. Ce sont de ces cellules que j'ai désignées sous le nom de *clasmatocytes*. Les clasmatocytes de la membrane hyaloïde n'ont pas tout à fait la même forme que ceux de la membrane périœsophagienne et ceux de la membrane rétropéritonéale; ils sont absolument semblables à ceux qui se produisent *in vitro* aux dépens des leucocytes ([1]). Je pense que tous ceux qui voudront bien reproduire mes observations et mes expériences reconnaîtront sans peine la nature des cellules de l'hyaloïde. Je veux encore insister sur un point important de la définition des clasmatocytes quels qu'ils soient, aussi bien ceux de l'hyaloïde que des autres organes, parce que je lui accorde une grande importance. Les prolongements des clasmatocytes ne s'anastomosent pas entre eux, ils ne s'anastomosent pas davantage avec les prolongements émis par les clasmatocytes voisins.

» Eberth a vu et figuré les cellules libres de l'hyaloïde; il les a considérées comme des cellules conjonctives et a pensé qu'elles sont de même nature que celles qui forment une gaine aux vaisseaux sanguins. La critique de sa manière de voir ressort si naturellement de ce que je viens de dire qu'il est inutile de poursuivre cette discussion.

» J'arrive à un autre point dont l'importance physiologique n'échappera à personne. La méthode qui consiste à traiter une mince membrane successivement par l'alcool au tiers, l'acide osmique à 1 pour 100 pendant deux ou trois minutes, et le violet 5B montre les nerfs qu'elle contient avec une grande évidence. J'ai pu suivre ainsi dans la membrane périœso-

---

([1]) Voyez *Comptes rendus*, 1891; 1er semestre, p. 688.

phagienne et la membrane rétropéritonéale, non seulement les fibres nerveuses dans tout leur trajet, mais encore leurs terminaisons. Or, chose très remarquable et difficile à comprendre, il n'y a pas de nerfs dans la membrane hyaloïde, ou du moins il m'a été impossible d'en découvrir. Voilà donc une membrane possédant un riche appareil vasculaire dans laquelle il semble ne pas exister de nerfs. Cela ne veut pas dire que la circulation du sang y soit soustraite à l'influence du système nerveux; mais cela indique que l'action directe des nerfs sur les petits vaisseaux n'est pas indispensable à la fonction d'un organe, quelles que soient la délicatesse et l'activité de cette fonction. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes* (6 *novembre* 1892), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. **G. Rayet**.

COMÈTE HOLMES.

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoile.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Nov. 20...	6. 0.56,7	0.42.17,42	$-\bar{1}$,533	52.47.51,5	—0,311	1	G. Rayet
21...	5.55.37,2	0.42.10,36	$-\bar{1}$,536	52.54.24,9	—0,318	2	G. Rayet
27...	11.57.44,4	0.42.14,06	$+\bar{1}$,641	53.33.24,7	—0,467	3	G. Rayet
Déc. 10...	10.15.23,1	0.46.28,36	$+\bar{1}$,541	54.45.54,1	—0,386	4	G. Rayet
16...	9.45.12,5	0.50. 8,53	$+\bar{1}$,519	55.13.44,9	—0,372	5	L. Picart
17...	9.48.43,3	0.50.50,48	$+\bar{1}$,534	55.18. 0,4	—0,386	6	G. Rayet

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Étoile.	Autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Weisse$_2$. H. O., n° 979-80	0.39.30,21	+2,85	52.49.23,3	—27,11
2...	Weisse$_2$. H. O., n° 979-80	0.39.30,21	+2,84	52.49.23,3	—27,22
3...	Weisse$_2$. H. O., n° 999	0.40. 9,10	+2,78	53.42.28,4	—27,62
4...	$\frac{1}{2}$[Lalande 1281. — A. G. Z. (Leyde) zone 235.71; zone 324.41]	0.42.16,70	+2,65	54.51. 5,0	—28,08
5...	Weisse$_2$. H. O., n° 1279	0.51.56,80	+2,67	55.13.12,1	—28,12
6...	Weisse$_2$. H. O., n° 1279	0.51.56,80	+2,66	55.13.12,1	—28,14

» Les observations précédentes font suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 21 novembre.

» Le 20 novembre, la comète a déjà beaucoup faibli, mais l'astre a cependant conservé son ancienne apparence : une nébulosité ronde avec un noyau diffus se prolongeant vers la queue par un trait lumineux assez facilement visible. Le 21 novembre, le noyau est de plus en plus diffus et cette diffusion rend les observations parfois difficiles. Le 27 novembre, l'astre a encore faibli et devient de moins en moins net.

» Le 16 et le 17 décembre, les observations sont très difficiles et ne peuvent se faire que dans l'obscurité la plus complète. Le concours d'un assistant est indispensable pour inscrire les passages et les pointés. A partir du 18, la comète est devenue inobservable dans notre équatorial de 38cm d'ouverture.

» Mes observations des 20 et 21 novembre coïncident avec l'époque de la photographie de M. Deslandres, mais je n'ai constaté dans la comète aucune tendance à la division.

» *Nota.* — Dans l'observation du 12 novembre, la distance polaire de la comète est 51°58′50″,8 et non pas 51°59′40″,8. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1892, *I*), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart et F. Courty. Note de M. G. RAYET.

COMÈTE SWIFT (1892, I).

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Avril 9	15.49.43,5	21.21.14,20	$-\bar{1},581$	88.10. 0,9	−7,790	1	L. Picart
16	15.11.31,7	24.45.46,19	$-\bar{1},611$	81.23.11,1	−0,772	2	L. Picart
19	15. 4.51,8	21.55.53,22	$-\bar{1},619$	78.39.37,1	−0,763	3	L. Picart
20	15.47.36,4	21.59.18,06	$-\bar{1},587$	77.44.39,6	−0,741	4	G. Rayet
23	14.55.48,8	22. 8.59,52	$-\bar{1},629$	75.12.52,0	−0,752	5	L. Picart
24	15.18.31,8	22.12.15,51	$-\bar{1},615$	74.22.10,8	−0,735	6	G. Rayet
28	14.46.40,5	22.24.41,26	$-\bar{1},639$	71. 8. 9,6	−0,736	7	L. Picart
Mai 1	15.29.48,9	22.34. 2,82	$-\bar{1},621$	68.58.18,7	−0,695	8	G. Rayet
3	14.13. 2,1	22.39.53,68	$-\bar{1},656$	67.35.16,8	−0,740	9	L. Picart
6	14.12. 3,8	22.48.40,51	$-\bar{1},666$	65.33.30,6	−0,733	10	L. Picart
7	14.39. 9,1	22.51.37,14	$-\bar{1},656$	64.54. 4,9	−0,699	11	G. Rayet
8	14.31. 5,3	22.54.27,64	$-\bar{1},666$	64.16.19,2	−0,708	12	G. Rayet
9	14. 9.41,4	22.57.14,90	$-\bar{1},671$	63.39.21,9	−0,724	13	L. Picart
12	13.42.21,3	23. 8.14,73	$-\bar{1},687$	61.17.54,2	−0,735	14	L. Picart

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
ai 17.....	12. 8. 8,5	23.18.41,78	—$\bar{1}$,660	57. 7.33,5	—0,817	15	L. Picart
18.....	13.52.42,3	23.22.29,83	—$\bar{1}$,693	58.34.47,1	—0,703	16	G. Rayet
20.....	12.37.37,6	23.26.28,36	—$\bar{1}$,687	57.35.58,0	—0,781	17	L. Picart
21.....	13. 5. 3,7	23.29. 2,31	—$\bar{1}$,700	57. 6.16,3	—0,746	18	G. Rayet
29.....	12.56. 0,7	23.48. 7,51	—$\bar{1}$,720	53.30.44,2	—0,715	19	G. Rayet
in 1.....	12.16.28,5	23.54.45,44	—$\bar{1}$,716	52.19. 2,7	—0,756	20	G. Rayet
6.....	11. 4.31,5	0. 5.14,27	—$\bar{1}$,688	50.28. 3,6	—0,832	21	L. Picart
7.....	10.39.49,5	0. 7.13,48	—$\bar{1}$,654	50. 7.10,5	—0,854	22	L. Picart
8.....	10.55.45,1	0. 9.14,55	—$\bar{1}$,679	49.46. 9,6	—0,832	23	F. Courty
9.....	10.55.38,4	0.13.11,61	—$\bar{1}$,682	49.25.40,8	—0,833	24	L. Picart
11.....	10.31.28,0	0.15. 0,58	—$\bar{1}$,663	48.46.32,3	—0,852	25	L. Picart
16.....	10.47.46,2	0.24. 5,46	—$\bar{1}$,704	47.13. 1,8	—0,818	26	L. Picart
17.....	10.45.37,7	0.25.47,68	—$\bar{1}$,705	46.55.16,8	—0,818	27	L. Picart
22.....	10.10.17,9	0.33.49,15	—$\bar{1}$,690	45.31.29,0	—0,842	28	L. Picart
26.....	11.56.15,5	0.39.46,21	—$\bar{1}$,778	44.28.24,2	—0,680	29	G. Rayet
27.....	11.37.54,8	0.41.46,57	—$\bar{1}$,778	44.14. 9,7	—0,706	30	G. Rayet
29.....	12. 8.44,5	0.53.46,12	—$\bar{1}$,787	43.14.50,8	—0,654	31	G. Rayet
30.....	11. 5.52,5	0.44.58,93	—$\bar{1}$,771	43.31.20,5	—0,741	32	G. Rayet
ill. 1.....	11. 8.14,1	0.46.12,08	—$\bar{1}$,774	43.17.35,2	—0,737	33	L. Picart
4.....	10.46.43,7	0.49.37,63	—$\bar{1}$,775	42.37.51,1	—0,749	34	L. Picart
6.....	11.33.57,8	0.51.46,40	—$\bar{1}$,798	42.11.55,1	—0,654	35	G. Rayet
8.....	10.19.32,1	0.53.28,77	—$\bar{1}$,771	41.47.49,3	—0,771	36	L. Picart
15.....	10.35.51,7	0.59.15,11	—$\bar{1}$,805	40.28.52,9	—0,700	37	L. Picart
18.....	11.31.40,4	1. 1. 2,15	—$\bar{1}$,817	39.58.11,0	—0,554	38	F. Courty
21.....	10. 0. 8,5	1. 2.23,21	—$\bar{1}$,805	39.30.19,2	—0,721	39	L. Picart
22.....	9.46.14,4	1. 2.45,09	—$\bar{1}$,812	39.21.13,9	—0,739	40	L. Picart
23.....	9.52.30,4	1. 3. 4,95	—$\bar{1}$,809	39.12.36,7	—0,721	41	L. Picart
26.....	11.32. 9,7	1. 3.49,25	—$\bar{1}$,819	38.46.56,8	—0,457	42	F. Courty
ût 3.....	9.47. 6,6	1. 3.44,75	—$\bar{1}$,837	37.52.36,3	—0,649	43	L. Picart
5.....	10.43.28,2	1. 3.16,27	—$\bar{1}$,832	37.41.13,2	—0,470	44	L. Picart
6.....	9.59.46,4	1. 2.58,80	—$\bar{1}$,841	37.36. 9,7	—0,578	45	L. Picart
10.....	10. 1.36,4	1. 1.20,74	—$\bar{1}$,841	37.18.26,5	—0,523	46	L. Picart
11.....	9.47. 7,4	1. 0.50,28	—$\bar{1}$,846	37.14.45,0	—0,551	47	L. Picart
12.....	9.37.50,5	1. 0.17,35	—$\bar{1}$,846	37.11.47,2	—0,579	48	L. Picart
15.....	9.47.40,4	0.58.21,57	—$\bar{1}$,843	37. 3.56,0	—0,494	49	L. Picart
21.....	10.49.16,5	0.53.25,56	—$\bar{1}$,785	36.57. 7,3	—0,099	50	L. Picart
pt. 1.....	10.32.19,8	0.41.22,36	—$\bar{1}$,606	37.26.47,0	+$\bar{1}$,388	51	G. Rayet
4.....	9.36.46,6	0.37.43,66	—$\bar{1}$,782	37.36,57,5	—0,132	52	G. Rayet
6.....	10. 8.23,2	0.35. 7,41	—$\bar{1}$,722	37.49.15,1	—$\bar{1}$,786	53	G. Rayet
7.....	9.29.17,4	0.33.49,04	—$\bar{1}$,769	37.55.59,8	—0,100	54	G. Rayet
10.....	9.23.54,0	0.29.55,05	—$\bar{1}$,752	38.18.49,7	—0,043	55	G. Rayet
11.....	9. 8.24,0	0.28.36,32	—$\bar{1}$,774	38.27.23,2	—0,123	56	G. Rayet

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s					
Sept. 12.....	8.51.25,5	0.27.17,49	$-\bar{1},772$	38°.35′.44″,8	$-0,187$	57	G. Rayet
17.....	9.16.10,3	0.20.39,44	$-\bar{1},698$	39.26.51,2	$-\bar{1},866$	58	L. Picart
19.....	8.26.25,8	0.18. 6,52	$-\bar{1},757$	39.49.15,3	$-0,169$	59	L. Picart
25.....	8.47.34,9	0.18.36,93	$-\bar{1},663$	41. 7.15,9	$-\bar{1},879$	60	G. Rayet
26.....	9.31.22,8	0. 9.26,54	$-\bar{1},547$	41.11.29,2	$-\bar{1},438$	61	G. Rayet
Oct. 19.....	9.26.56,7	23.49.13,11	$-\bar{2},807$	47.47. 6,0	$-\bar{1},593$	62	G. Rayet
20.....	8.28.15,5	23.48.42,48	$-\bar{1},294$	48. 3.36,7	$-\bar{1},830$	63	G. Rayet
21.....	6.27.41,1	23.48.14,75	$-\bar{1},641$	48.20. 2,0	$-0,299$	64	G. Rayet
22.....	6.18.53,5	23.47.46,44	$-\bar{1},641$	48.37.55,0	$-0,323$	65	L. Picart
Nov. 12.....	11.26.59,9	23.44.23,52	$+\bar{1},590$	54.54. 8,9	$-0,436$	66	G. Rayet
14.....	11.28.47,2	23.44.31,81	$+\bar{1},599$	55. 9.12,8	$-0,451$	67	G. Rayet
15.....	10.30.58,6	23.44.40,79	$+\bar{1},534$	55.23.56,8	$-0,393$	68	L. Picart
20.....	12.42.43,8	23.45.47,06	$+\bar{1},690$	56.36.54,9	$-0,633$	69	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Étoile.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
1..	½[Lalande, n° 41833. — Annalen Munich, n° 28630]	21.25.30,55	−0,56	88°. 4′.18″,0	+12″,31
2..	½[Weisse₁. H. XXI, n° 1059. — Glasgow, n° 5607]	21.46.36,76	−0,57	81.25.32,3	+12,82
3..	½[Weisse₁. H. XXI, n° 1186. — Glasgow, n° 5640]	21.52.21,11	−0,54	78.34. 1,3	+13,23
4..	Weisse₂. H. XXI, n° 1357. Glasgow, n° 5684]	22. 0.33,97	−0,56	77.58.48,2	+12,99
5..	½[Weisse₁. H. XXII, n° 172. — Glasgow, n° 5758]	22.10.34,81	−0,56	75. 5.51,5	+13,15
6..	Weisse₁. H. XXII, n° 246	22.14.26,28	−0,56	74.22.45,1	+13,11
7..	Weisse₁. H. XXII, n° 464	22.22.58,34	−0,53	71. 6.16,2	+13,31
8..	Weisse₁. H. XXII, n° 679	22.31.52,29	−0,53	68.51.22,8	+13,21
9..	Weisse₁. H. XXII, n° 849	22.37.55,21	−0,52	67.31.57,1	+13,19
10..	Anonyme rapportée à Bonn. t. VI + 24°, n° 4675	22.45.20,11	−0,48	65.33.54,3	+ 9,84
11..	Weisse₂. H. XXII, n° 1204-05-06	22.54.32,56	−0,54	64.56. 4,9	+14,50
12..	Weisse₂. H. XXII, n° 1147	22.51.44,80	−0,49	64.11.21,4	+13,01
13..	Rumker, n° 10797	22.55.58,33	−0,49	63.35. 0,7	+12,90
14..	Weisse₂. H. XXIII, n° 95	23. 7.49,65	−0,47	61. 1.38,0	+12,62
15..	Bonn, t. VI + 30, n° 4927	23.15.47,14	−0,43	59. 6.54,9	+12,40
16..	Lalande, n° 45973	23.23.30,62	−0,44	58.47.51,9	+12,03
17..	Weisse₂. H. XXIII, n° 436	23.22.32,17	−0,39	57.38. 2,9	+12,17

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
18..	Weisse₂. H. XXIII, nº 521	23.26.14,00	−0,39	56.53.46,3	+12,07
19..	Rumker, nº 11707	23.47.30,08	−0,30	53.38.37,5	+11,32
20..	Weisse₂. H. XXIII, nº 1205	23.57.42,77	−0,28	52.20.16,9	+10,68
21..	Weisse₂. H. XXIII, nº 1340-41-42	0. 2. 4,36	−0,16	50.27. 7,6	+10,38
22..	Weisse₂. H. O., nº 82-83-84	0. 5.54,82	−0,15	50.12. 5,8	+10,18
23..	Weisse₂. H. O., nº 279-280	0.12.19,55	−0,16	49.51. 8,1	+ 9,89
24..	Groombridge, nº 24	0.10.54,35	−0,12	49.34. 8,3	+ 9,89
25..	Weisse₂. H. O., nº 307-308	0.13.45,25	−0,08	48.36.17,2	+ 9,88
26..	Weisse₂. H. O., nº 627	0.26.27,53	+0,01	47. 5.59,2	+ 9,04
27..	Groombridge, nº 90	0.27.58,40	+0,03	46.55.40,1	+ 8,89
28..	Weisse₂. H. O., nº 875	0.35.29,83	+0,17	45.46.50,5	+ 8,24
29..	Argelander-OEltzen, nº 642	0.36.52,03	+0,31	44.39.45,2	+ 7,87
30..	Argelander-OEltzen, nº 786	0.43.28,08	+0,30	44. 4.45,2	+ 7,68
31..	Argelander-OEltzen, nº 882	0.49.43,78	+0,33	43.42.33,4	+ 7,30
32..	Paris, nº 1097	0.46.51,36	+0,39	43.29.17,9	+ 7,28
33..	Argelanger-OEltzen, nº 878-79	0.49.36,72	+0,41	43.11.19,0	+ 7,13
34..	Argelander-OEltzen, nº 927	0.51.39,80	+0,51	42.28.46,0	+ 6,77
35..	Argelander-OEltzen, nº 980	0.54.50,23	+0,58	42. 5.22,7	+ 6,45
36..	Bonn, t. VI + 47º, nº 261-62	0.51.42,26	+0,68	41.50.13,4	+ 6,18
37..	Argelander-OEltzen, nº 1042	0.57.47,03	+0,92	40.30.31,4	+ 5,17
38..	Argelander-OEltzen, nº 1138	1. 2.54,81	+1,01	39.51.46,5	+ 4,69
39..	Argelander-OEltzen, nº 1166-67	1. 4.11,51	+1,13	39.33.46,1	+ 4,15
40..	Argelander-OEltzen, nº 1229	1. 6.48,25	+1,16	39.28.40,9	+ 3,94
41..	Argelander-OEltzen, nº 1074	0.59.30,25	+1,24	39.15. 2,2	+ 3,79
42..	Argelander-OEltzen, nº 1221-22	1. 6.27,77	+1,33	38.58. 6,8	+ 3,19
43..	Argelander-OEltzen, nº 1214	1. 1.34,29	+1,68	37.56. 7,9	+ 1,56
44..	Argelander-OEltzen, nº 1079	0.59.33,67	+1,77	37.45.59,9	+ 1,06
45..	Argelander-OEltzen, nº 1079	0.59.33,67	+1,81	37.45.59,9	+ 0,82
46..	Bonn, t. VI + 52º, nº 241	0.56.48,33	+1,98	37.26.13,1	+ 0,20
47..	Bonn, t. VI + 52º, nº 241	0.56.48,33	+2,01	37.26.13,1	− 0,47
48..	Bonn, t. VI. + 52º, nº 266	1. 1.38,95	+2,03	37.17.26,6	− 0,63
49..	Groombridge, nº 239	1. 0.43,97	+2,15	38. 4.46,6	− 1,43
50..	Bonn, t. VI + 52º, nº 208	0.50.27,20	+2,38	37.14. 3,8	− 3,45
51..	Argelander-OEltzen, nº 610	0.35. 8,38	+2,70	37.34.48,9	− 7,38
52..	Argelander-OEltzen, nº 610	0.35. 8,38	+2,77	37.34.48,9	− 8,30
53..	Argelander-OEltzen, nº 567	0.32.49,05	+2,80	37.57.33,8	− 9,11
54..	Argelander-OEltzen, nº 615	0.35.15,31	+2,82	37.56. 4,5	+ 9,37
55..	½ [Argelander-OEltzen, nº 549. — A.G.Z. (Cambridge), nº 262]	0.31.29,31	+2,87	38.20.39,4	−10,48
56..	½ [Argelander-OEltzen, nº 549. — A.G.Z. (Cambridge), nº 262]	0.31.29,31	+2,89	38.20.39,4	−10,77

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
57..	½ [Argelander-Œltzen, n° 508-9. — A. G. Z. (Cambridge), n° 239]	h m s 0.29.18,70	s +2,87	38°.45′. 6″,2	″ —11,25
58..	½ [Argelander-Œltzen n° 281. — A. G. Z. (Cambridge) n° 143]	0.17.29,28	+2,92	39.24.16,0	—13,35
59..	Argelander-Œltzen, n° 234	0.14.33,12	+2,91	39.55.26,5	—14,01
60..	Lalande, n° 278	0.12.39,22	+2,93	41. 5.20,2	—16,05
61..	Lalande, n° 226	0.11.12,48	+2,95	41. 8.18,9	—16,53
62..	Weisse₂. H. XXIII, n° 1032	23.51.35,08	+2,74	47.56.34,5	—23,16
63..	Weisse₂. H. XXIII, n° 1023	23.51. 2,47	+2,73	48. 4.57,8	—23,36
64..	Weisse₂. H. XXIII, n° 1018	23.50.32,19	+2,72	48.26.10,4	—23,54
65..	Weisse₂. H. XXIII, n° 924	23.45.27,99	+2,68	48.42.58,0	—23,77
66..	Weisse₂. H. XXIII, n° 935	23.45.53,56	+2,45	54.52.17,8	—26,17
67..	A. G. Z. (Leyde). Zone 244, n° 20; zone 137, n° 19	23.47. 7,11	+2,44	55.15.44,7	—26,25
68..	A. G. Z. (Leyde). Zone 244, n° 20; zone 137, n° 19	23.47. 7,11	+2,43	55.15.44,7	—26,25
69..	½ [Weisse₂. H. XXIII, n° 949. — A. G. Z. (Leyde). Zone 221, n° 147]	23.46.45,77	+2,38	56.34.32,6	—26,35

» Ces observations, qui font suite à celles qui ont été déjà publiées dans les *Comptes rendus* des 21 mars et 11 avril 1892, portent à 78 le nombre des positions de la comète Swift obtenues à Bordeaux entre le 17 mars et le 20 novembre.

» La comète avait à l'origine un noyau de 7ᵉ ou 8ᵉ grandeur, enveloppé dans une nébulosité ronde de 7′ à 8′ de diamètre apparent. La comète est devenue visible à l'œil nu vers le 15 avril ; à la fin du mois, elle avait une queue de 2° de longueur; le noyau, d'un éclat égal à une étoile de 4ᵉ grandeur, émettait quelques panaches. La comète a ensuite faibli progressivement, mais elle a toujours conservé son noyau, qui était encore visible à la fin de novembre comme une étoile de 13ᵉ à 14ᵉ grandeur. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de dilatation à volume constant des fluides; coefficients de pression;* par M. **E.-H. Amagat**.

« *Liquides*. — Les Tableaux (n° 1) et (n° 3) donnent, pour quelques-uns des liquides étudiés, les données nécessaires aux calculs des coefficients (B) et (β). Ces données ont été, comme pour les gaz, déterminées sur les réseaux, au moyen de lignes d'égal volume.

Volumes constants.	0°. atm	10°. atm	20°. atm	30°. atm	40°. atm	50°. atm	60°. atm	70°. atm	80°. atm	90°. atm	100°. atm	138°. atm	198° atm
1,24	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	128	374
1,22	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	161	421
1,20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	201	476
1,18	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	59	248	540
1,16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	49	103	303	611
1,14	»	»	»	»	»	»	»	»	40	97	154	369	696
1,12	»	»	»	»	»	»	»	34	96	157	217	444	793
1,10	»	»	»	»	»	»	»	97	163	228	293	534	904
1,08	»	»	»	»	»	»	100	176	247	317	386	639	1033
1,06	»	»	»	»	33	112	189	266	342	416	490	765	»
1,04	»	»	»	45,5	130	214	298	380	460	540	620	912	»
1,02	»	»	66,5	159	249	339	428	517	603	689	775	»	»
1,00	1	101	200	299	396	493	588	684	778	870	962	»	»
0,98	150	258	365	472	577	681	784	886	988	»	»	»	»
0,96	338	455	570	684	977	911	»	»	»	»	»	»	»
0,94	572	698	822	946	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,92	861	997	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Volumes constants.	0°. atm	20°. atm	40°. atm	60°. atm	80°. atm	100°. atm	198°. atm
1,11	»	»	»	»	»	94	956
1,10	»	»	»	»	»	147	1033
1,09	»	»	»	»	40	207	1115
1,08	»	»	»	»	100	272	»
1,00	»	»	»	»	166	345	»
1,00	»	»	»	63	239	425	»
1,05	»	»	»	136	319	512	»
1,04	»	»	33,5	217	408	609	»
1,03	»	»	115	307	506	713	»
1,02	»	14	208	409	616	830	»
1,01	»	107	311	521	737	959	»
1,00	1	212	427	646	869	»	»
0,99	109	330	554	781	1014	»	»
0,98	231	462	695	932	»	»	»
0,97	367	610	853	»	»	»	»
0,96	518	771	»	»	»	»	»
0,95	687	951	»	»	»	»	»
0,94	827	»	»	»	»	»	»

(N° 2). $\left(B = \frac{\Delta p}{\Delta t}\right)$

Éther.

Volumes const.	0° à 10°.	19° à 20°.	20° à 30°.	30° à 40°.	40° à 50°.	50° à 60°.	60° à 70°.	70° à 80°.	80° à 90°.	90° à 100°.	100° à 138°.	138° à 198°.
1,24	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4,1
1,22	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4,3
1,20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4,6
1,18	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5,0	4,9
1,16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5,4	5,3	5,1
1,14	»	»	»	»	»	»	»	»	5,7	5,7	5,7	5,4
1,12	»	»	»	»	»	»	»	6,2	6,1	6,0	6,0	5,8
1,10	»	»	»	»	»	»	»	6,6	6,5	6,5	6,3	6,2
1,08	»	»	»	»	»	»	7,6	7,1	7,0	6,9	6,7	6,6
1,06	»	»	»	»	7,9	7,7	7,7	7,6	7,4	7,4	7,2	»
1,04	»	»	»	8,4	8,4	8,4	8,2	8,0	8,0	8,0	7,7	»
1,02	»	»	9,2	9,0	9,0	8,9	8,9	8,6	8,6	8,6	»	»
1,00	10,0	9,9	9,9	9,7	9,7	9,5	9,6	9,4	9,2	9,2	»	»
0,98	10,8	10,7	10,7	10,5	10,4	10,3	10,2	10,2	»	»	»	»
0,96	11,7	11,5	11,4	11,3	11,4	»	»	»	»	»	»	»
0,94	12,6	12,4	12,4	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,92	13,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Alcool.

Volumes const.	0° à 20°.	20° à 40°.	40° à 60°.	69° à 80°.	80° à 100°.	100° à 198°.	
1,11	»	»	»	»	»	»	8,8
1,10	»	»	»	»	»	»	9,0
1,09	»	»	»	»	»	8,4	9,3
1,08	»	»	»	»	»	8,6	»
1,07	»	»	»	»	»	8,9	»
1,06	»	»	»	»	8,8	9,5	»
1,05	»	»	»	»	9,2	9,6	»
1,04	»	»	»	9,2	9,5	10,1	»
1,03	»	»	»	9,6	10,0	10,4	»
1,02	»	9,7	10,1	10,4	10,7	»	»
1,01	»	10,2	10,5	10,8	11,1	»	»
1,00	10,2	10,8	11,0	11,2	»	»	»
0,99	11,1	11,2	11,4	11,6	»	»	»
0,98	11,5	11,6	11,8	»	»	»	»
0,97	12,2	12,2	»	»	»	»	»
0,96	12,6	»	»	»	»	»	»
0,95	13,2	»	»	»	»	»	»
0,94	»	»	»	»	»	»	»

» Avec les résultats des Tableaux n^{os} (1) et (3) j'ai calculé les valeurs de (B) et (β), consignées dans les Tableaux n^{os} (2), (4) et (5); ceux-ci sont disposés comme pour les gaz, sauf que pour le repérage des lignes horizontales on a conservé les volumes constants et non les pressions initiales.

(N° 3.)

Éther.

Volumes const.	0°,0.	10°,80.	20°,20.	30°,35.	40°,45.	49°,95.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm
1,00	1	110	205	304	402	495
0,98	154	271	372	482	588	688
0,96	345	472	583	704	816	927
0,94	584	719	843	973	1098	1214
0,92	881	1032	1156	1288	1427	1558
0,90	1250	1408	1543	1688	1835	1976
0,88	1702	1868	2016	2180	2328	2470
0,86	2250	2440	2600	2765	2936	3096

Alcool.

Volumes const.	0°,0.	9°,6.	19°,80.	30°,65.	40°,38.
	atm	atm	atm	atm	atm
1,00	1	108	214	330	440
0,985	171	280	393	518	630
0,97	373	484	608	740	858
0,955	610	731	864	1004	1130
0,94	789	917	1054	1202	1329
0,92	1316	1468	1624	1784	1930
0,91	1580	1730	1890	2062	2210
0,89	2176	2241	2512	2694	2865

Sulfure de carbone.

Volumes const.	0°.	9°,15.	19°,35.	29°,95.	41°,25.	49°,
atm	atm	atm	atm	atm	atm	
»	»	»	»	»	»	
0,99	137	264	408	563	722	8
0,97	450	583	738	900	1072	11
0,95	824	960	1134	1306	1490	16
0,93	1278	1432	1610	1794	1980	21
»	»	»	»	»	»	
0,91	1832	2000	2182	2372	2572	27
0,89	2486	2670	2866	»	»	

(N° 4.)

$$B = \frac{\Delta p}{\Delta t}. \qquad \beta = \frac{1}{p}\,\frac{\Delta p}{\Delta t}.$$

Éther.

Volumes const.	0°—10°,8. B.	β.	10°,8—20°,2. B.	β.	20°,2—30°,3. B.	β.	30°,3—40°,4. B.	β.	40°,4—49°,9. B.	β.
		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
1,00	**10,1**	(10.1)	**10,1**	920	**9,8**	478	**9,7**	319	**9,8**	244
0,98	**10,8**	701	**10,7**	395	**10,8**	290	**10,5**	218	**10,5**	178
0,96	**11,8**	342	**11,8**	250	**11,9**	204	**11,1**	158	**11,7**	143
0,94	**12,5**	219	**13,2**	183	**12,8**	152	**12,4**	127	**12,2**	111
0,92	**13,9**	158	**13,2**	128	**13,0**	113	**13,8**	107	**13,8**	097
0,90	**14,6**	117	**14,4**	102	**14,5**	094	**14,6**	086	**14,8**	086
0,88	**15,4**	091	**15,7**	084	**16,2**	080	**14,7**	067	**14,9**	064
0,86	**17,6**	078	**17,0**	070	**16,3**	063	**16,9**	061	**16,8**	057

Alcool.

Volumes const.	0°—9°,6. B.	β.	9°,6—18°,9. B.	β.	18°,9—30°,6. B.	β.	30°,6—40 B.
		0,0		0,0		0,0	
1,000	**11,1**	(11,1)	**10,4**	963	**10,7**	500	**11,3**
0,985	**11,4**	651	**11,1**	397	**11,5**	292	**11,5**
0,970	**11,6**	311	**12,2**	231	**12,2**	200	**12,2**
0,955	**12,6**	207	**13,0**	177	**12,9**	149	**13,0**
0,940	**13,3**	168	**13,4**	146	**13,6**	129	**13,1**
0,920	**15,8**	120	**15,3**	104	**14,8**	091	**15,0**
0,910	**15,6**	098	**15,7**	091	**15,8**	084	**15,3**
0,890	**17,2**	079	**16,8**	075	**16,8**	067	**17,6**

(N° 5.)

Sulfure de carbone.

Volumes const.	0°,0 — 9°,1. B.	β.	9°,1 — 19°,3. B.	β.	19°,3 — 29°,9. B.	β.	29°,9 — 41°,2. B.	β.	41°,2 — 49°,1. B.	β.
		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,99....	**14,2**	(0,106)	**14,1**	534	**14,6**	358	**14,1**	250	**13,9**	192
0,97....	**14,5**	322	**15,4**	264	**15,3**	207	**15,2**	169	**15,2**	142
0,95....	**15,7**	190	**16,3**	170	**16,2**	143	**16,3**	125	**16,0**	108
0,93....	**16,8**	131	**17,2**	120	**17,4**	108	**16,5**	092	**17,2**	087
0,91....	**18,3**	100	**17,8**	089	**17,9**	082	**17,7**	075	**17,2**	067
0,89....	**20,1**	081	**19,2**	072						

Alcool méthylique.

Volumes const.	0°,0 — 9°,2. B.	β.	9°,2 — 23°,8. B.	β.	23°,8 — 39°,1 B.	β.
		0,0		0,0		0,0
1,00....	**11,2**	(11,2)	**10,9**	(1050)	**10,9**	255
0,98....	**12,3**	542	**12,2**	359	**12,0**	171
0,96....	**13,3**	263	**13,0**	207	**13,2**	129
0,94....	**14,6**	171	**14,1**	143	**14,0**	100
0,92....	**15,0**	118	**15,4**	109	**15,5**	082
0,90....	**16,9**	096	**16,5**	085	**16,2**	067
0,88....	**17,6**	073	**17,7**	069		

» *Variation de* B *et* β *avec la pression.* — On voit que, pour les mêmes limites de température, le coefficient (B) croît rapidement avec la pression

comme pour les gaz; cet accroissement ne varie pas sensiblement avec la température; comme il est beaucoup moins rapide que l'accroissement de pression, les valeurs du coefficient (B), qui n'ont été consignés ici que dans les Tableaux (4 et 5) relatifs aux hautes pressions, diminuent rapidement quand la pression croît; cela pouvait être prévu : nous sommes, en effet, ici dans le cas des gaz à une température suffisamment basse et sous une pression suffisante pour que le maximum soit dépassé (Note du 12 décembre).

» *Variation de* B *et* β *avec la température.* — Les variations du coefficient de pression (B) avec la température sont, comme pour les gaz, très peu sensibles. M. Barus, qui a récemment déterminé quelques valeurs de ce coefficient pour plusieurs liquides jusque vers 1500^{atm}, le considère comme constant, attribuant sans doute aux erreurs expérimentales les petites variations que comportent ses résultats. Les Tableaux ci-dessus montrent pour l'éther une légère diminution de (B) quand la température croît; pour l'alcool, c'est le contraire qui a lieu; il y a d'autant moins lieu, ce me semble, d'attribuer ces variations à des erreurs expérimentales que le même renversement du sens de la variation résulte aussi des nombres de M. Barus, quoique la remarque n'en soit pas faite, du moins, dans le résumé des *Beiblätter* (n° 4, 1891), par lequel ces résultats me sont connus.

» Ce renversement dans le sens de la variation me paraît pouvoir s'expliquer comme il suit : si l'on considère le réseau de l'acide carbonique, on verra de suite qu'au-dessous de la courbe de liquéfaction, les isothermes inférieurs à zéro doivent forcément, étant donné l'espace qui reste, se resserrer très rapidement; par suite, les valeurs de (B) à partir d'une valeur suffisamment petite du volume doivent diminuer rapidement avec la température; dans ces conditions, qui sont celles des liquides proprement dits, (B) doit donc commencer par croître avec la température; admettons qu'il passe par un maximum puis diminue, alors le renversement en question s'explique; l'éther, dont le point critique est plus élevé que celui de l'alcool, a déjà, dans les limites du Tableau (2), atteint et dépassé ce maximum; l'alcool, au contraire, est encore dans la période où (B) croît avec la température.

» Dans tous les cas, ce maximum ne peut être que très peu prononcé, les variations de (B) étant toujours petites. Dans les Tableaux (4 et 5) relatifs aux fortes pressions, ces variations sont de l'ordre de grandeur des irrégularités, ce qui s'explique par le peu d'étendue des limites de température; il serait important de poursuivre dans ces limites de pression la détermi-

nation de (B) jusqu'à des températures beaucoup plus élevées; le temps ne m'a pas permis de réaliser ces recherches; on peut prévoir que l'on arriverait, dans les conditions indiquées pour les gaz (*loc. cit*), à une loi analogue : de proportionnalité du volume à la température absolue diminuée d'une constante fonction du volume, et il est facile de voir que les résultats qui précèdent correspondent à la période où cette fonction décroît quand la pression croît.

» Les variations de (β) se déduisent de suite de ce qui précède; les valeurs de ce coefficient diffèrent peu d'être en raison inverse de la pression, comme pour les gaz.

» J'ai à peine besoin d'ajouter que l'eau suit des lois tout à fait différentes et que j'examinerai à part. »

M. **Albert Gaudry**, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *Marcellin Boule* et au sien, d'un nouveau fascicule des « Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires », intitulé *Les Oubliettes de Gargas*, s'exprime comme il suit :

« J'ai déjà eu occasion de dire à l'Académie qu'il y a, dans les Pyrénées, une grotte vaste et belle, au fond de laquelle se trouve un puits profond de 20^m, objet d'effrayantes légendes : c'est ce qu'on appelle les *Oubliettes de Gargas*. M. Félix Regnault, qui a eu le courage de descendre dans cet abîme et de l'explorer, en a retiré un si grand nombre d'ossements qu'il a été possible de remonter trois squelettes. Ces squelettes sont placés dans la galerie de Paléontologie du Muséum. M. Boule et moi en donnons la représentation dans notre Mémoire. Il y a un squelette d'*Ursus spelæus*, var. *minor*, un squelette d'*Hyæna crocuta* (race *spelæa*) et un squelette de *Canis lupus*. Nous avons cru peu utile d'en présenter une description détaillée; car, à l'époque quaternaire, un Ours est un Ours, une Hyène est une Hyène, un *Canis* est un *Canis*. Mais il nous a paru intéressant de rechercher comment un Ours est devenu Ours, comment une Hyène est devenue Hyène, comment un *Canis* est devenu *Canis*. Nous avons dit quelques mots de phylogénie; ces quelques mots rendent manifestes une fois de plus les enchaînements des êtres actuels avec ceux des temps passés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place laissée vacante, au Bureau des Longitudes, par le décès de M. *Ossian Bonnet.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Poincaré obtient. . . . . 61 suffrages

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Appell obtient. . . . . 48 suffrages

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre, pour cette place, comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Poincaré**
En seconde ligne. . . . . M. **Appell**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place laissée vacante, au Bureau des Longitudes, par le décès de M. l'amiral *Mouchez.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Fleuriais obtient . . . . 47 suffrages

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Manen obtient. . . . . 44 suffrages

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre, pour cette place, comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Fleuriais**
En seconde ligne. . . . . M. **Manen**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F.-P. **Le Roux** adresse, comme suite à sa Communication à l'Académie du 19 octobre 1891, une nouvelle Note intitulée : « De l'incubation et de la nutrition des productions glaireuses de l'intestin, cause de la diathèse rhumatismale. »

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Alf. Basin** adresse deux Notes relatives à diverses questions intéressant la navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Ch. Sibillot** adresse un Mémoire relatif à un système de montgolfières dirigeables, en aluminium.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **L. Rousse** soumet au jugement de l'Académie un instrument qu'il nomme « galacti-densimètre ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Arm. Gautier.)

M. **Verney** adresse une Note relative à la surdité.

(Commissaires : MM. Charcot, Larrey.)

La **Compagnie des Messageries maritimes** transmet à l'Académie un Rapport de M. *Fournier*, relatif aux effets produits par le filage de l'huile, par gros temps.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

CORRESPONDANCE.

MM. Binet, Blondel, Bouchardat, Cornevin, Dabdignac, Deslandres, Doyère, Einthoven, Ewald, Farabeuf et Varnier, Gillot, Hédouin, Hue, Humbert, Kœnigs, Laborde, Le Chatelier, Leveau, Hans Molisch, Moureaux, Normand, d'Ocagne, P. Puiseux, Radau, Raffard, Stieltjes, Tacchini, Thierry, Viala, Max Wolf, Mlle D. Klumpke, adressent leurs remerciements à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

Mme Vve Villemin adresse à l'Académie l'expression de sa reconnaissance, pour la haute distinction accordée aux travaux de son mari, le Dr *Villemin*.

M. Caspari prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. le vice-amiral Jurien de la Gravière.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume adressé par M. le vice-amiral *Roussin* et consacré à la biographie de son père, l'amiral baron Roussin;

2° Une « Étude sur les courants et sur la température des eaux de la mer dans l'océan Atlantique; par le général *H. Mathiesen* » (présenté par M. Des Cloizeaux);

3° Un volume de M. *Capellini*, en langue italienne, intitulé : « Gerolamo Guidoni di Vernazza e le sue scoperte geologiche in Liguria e in Toscana » (présenté par M. Daubrée).

Après une notice biographique de M. Capellini sur l'auteur, né en 1794 et mort en 1870, et une série de lettres qui lui ont été adressées par les principaux géologues d'Italie, Savi, Pareta et autres, il présente une histoire abrégée des études géologiques en Italie, dans la première moitié de ce siècle.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes, faites à l'équatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'observatoire de Lyon;* par M. **G. Le Cadet**.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Lyon.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 25.	10. 7.41	+0.37,81	− 2.10,4	4:2	0.42. 4,02	9,364	+36.39.24,5	0,244	2
Déc. 13.	12.49.21	+0.22,29	−10. 2,2	4:4	0.48.15,46	9,699	+34.59.11,5	0,677	3
» 14.	10. 0.29	−0.16,83	− 9. 2,6	4:4	0.48.47,69	9,505	+34.55.10,3	0,386	4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	⋆	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 25....	2	9	0.41.23,39	+2,82	+36.41. 7,4	+27,5	W_2 0^h 1021
Déc. 13....	3	9	0.47.50,50	+2,67	+35. 8.45,5	+28,2	Leid. Z 235,78—324,49
» 14....	4	10	0.49. 1,85	+2,67	+35. 3.44,7	+28,2	Anonyme rapportée à $\frac{1}{3}$[2 Leid. Z 327,54+W_2 1228]

» Nov. 25 : la comète est faible; les nuages interrompent les comparaisons.

» Déc. 13 et 14 : le ciel est un peu brumeux; la comète, extrêmement faible, ne présente plus de condensation pointable que par vision oblique.

» Ces observations sont faites au moyen d'un micromètre à gros fils sur fond sombre.

» *Errata* à l'observation du 15 nov. :

$$10^h 37^m 21^s \quad \text{TM Paris : } \delta ☉ + 37^\circ 42' 36'',1$$

au lieu de

$$+ 37^\circ 42' 51'',0. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Nouvelles recherches expérimentales sur l'équation personnelle dans les observations de passage.* Note de M. **P. Stroobant**, présentée par M. Wolf.

« Le but de ces recherches est de déterminer la valeur de l'équation personnelle lorsque l'on observe, par la méthode de l'œil et de l'oreille,

les deux bords d'un astre présentant un diamètre sensible. Nos expériences ont été effectuées, comme précédemment, à l'aide de l'appareil de M. Wolf; elles ont porté sur deux disques correspondant à la grandeur apparente de Saturne et à celle de Mars. Voici les résultats auxquels nous étions arrivés l'année dernière par la méthode électrique (mouvement direct) :

	Bord I.	Bord II.
	s	s
Saturne	—0,123	+0,023
Mars	—0,118	+0,022

» Cette année nous avons obtenu, par la même méthode :

	Bord I.	Bord II.
	s	s
Saturne	—0,091	+0,040
»	—0,151	+0,078
»	—0,124	»
Moyenne	—0,133	+0,059

	Bord I.	Bord II.
	s	s
Mars	—0,205	+0,042
»	—0,086	+0,055
Moyenne	—0,145	+0,048

» Notre équation personnelle, obtenue par la méthode électrique, ne s'est donc pas sensiblement modifiée en un an.

» Voici maintenant les résultats que nous avons obtenus par la méthode de l'œil et de l'oreille :

1° *Saturne.*

	Bord I.	Bord II.
	s	s
1	—0,160	+0,036
2	—0,152	+0,025
3	—0,139	+0,050
4	»	+0,006
5	»	+0,038
Moyenne	—0,150	+0,031

2° *Mars.*

	Bord I.	Bord II.
	s	s
1	−0,055	+0,044
2	−0,133	+0,011
3	−0,160	+0,057
4	−0,138	+0,015
5	−0,117	+0,041
6	−0,114	+0,023
Moyenne.......	−0,119	+0,032

» Nous avons, comme dans notre précédent travail, considéré l'équation personnelle comme positive quand l'observateur note le passage de l'astre trop tard, négative dans le cas contraire.

» De l'ensemble des résultats que nous venons de citer, on peut conclure que notre équation personnelle reste la même, suivant que l'on observe par la méthode de l'œil et de l'oreille ou par la méthode électrique, les deux bords d'un astre présentant un diamètre sensible.

» MM. Callandreau, Hamy et Viennet, astronomes de l'Observatoire de Paris, ont bien voulu faire, avec nous, quelques déterminations de leur équation personnelle absolue, par la méthode de l'œil et de l'oreille.

» Voici les résultats obtenus pour un disque correspondant au diamètre apparent de Saurne.

M. Callandreau.

	Bord I.	Bord II.
	s	s
1	−0,053	+0,070
2	−0,043	+0,058
Moyenne.......	−0,048	+0,064

M. Hamy.

	Bord I.	Bord II.
	s	s
1	−0,046	+0,037
2	−0,066	+0,005
Moyenne.......	−0,056	+0,021

M. Viennet.

	Bord I.	Bord II.
	s	s
1	−0,149	−0,235
2	−0,187	−0,252
3	−0,112	−0,224
4	−0,216	−0,186
Moyenne	−0,166	−0,224

» Nous pensons que la recherche de l'équation personnelle absolue par des méthodes expérimentales devrait servir à corriger les déterminations directes et figurer au même titre dans la réduction des observations que les erreurs dues aux corrections instrumentales, par exemple. On peut trouver un argument puissant en faveur de cette opinion dans la concordance entre les observations et les expériences. Nous avons eu l'occasion de comparer les corrections à appliquer au diamètre d'un disque d'après les déterminations expérimentales et d'après les observations directes.

» Les expériences donnent, pour la correction à appliquer à un disque de la grandeur de Saturne, les quantités suivantes

MM. Callandreau	$-0^s,11$
Hamy	$-0^s,08$
Viennet	$+0^s,06$

» Les résultats obtenus par MM. Callandreau et Viennet, lors de la dernière opposition de Mars, par les observations méridiennes, sont

	Calcul-Observat.
Callandreau	$+0^s,12$
Viennet	$+0^s,28$

ce qui donne

Callandreau-Viennet	$-0^s,16$

Les expériences avaient fourni

Callandreau-Viennet	$-0^s,17$

» L'écart n'est donc que de $0^s,01$.

» Nous avons aussi comparé les observations méridiennes du Soleil effectuées en septembre dernier par MM. Callandreau et Hamy; voici les résultats obtenus :

	Calcul-Observat.
Callandreau	$+0^s,03$
Hamy	$+0^s,12$

» La différence Callandreau-Hamy est $-0^s,09$ tandis que les expériences donnent seulement $-0^s,03$; cette petite discordance peut s'expliquer par la différence considérable des conditions d'observation (diamètre et éclat du disque observé, etc.) et par le petit nombre de déterminations sur lesquelles nous nous sommes basé pour cette comparaison. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes conjugués et les couples de surfaces applicables.* Note de M. A. **Petot**, présentée par M. Darboux.

« Quand les points M et M_1 de deux surfaces S et S_1 se correspondent d'après une loi quelconque, il existe, en général, sur S un et un seul réseau de courbes A et B dont les tangentes sont perpendiculaires aux conjuguées des tangentes aux courbes correspondantes A_1 et B_1, et de même il existe sur S_1 un réseau (C_1, D_1) jouant le même rôle par rapport à son correspondant (C, D). Les réseaux (A, B), (A_1, B_1), (C, D), (C_1, D_1) sont les images principales sur S et S_1 des congruences H et H_1 engendrées par les perpendiculaires δ et δ_1 abaissées des points M et M_1 sur les plans tangents en M_1 et M. Il existe aussi sur S un réseau conjugué auquel correspond un réseau analogue sur S_1; en supposant que l'on ait rapporté S et S_1 à ces réseaux conjugués (u, v) qui se correspondent, nous désignerons par F et F_1 les équations linéaires vérifiées par les éléments des plans tangents en M et M_1, et par G et G_1 leurs adjointes. Quand (A, B) et (A_1, B_1) coïncident sur S et S_1 avec le réseau (u, v), il en est de même pour (C, D) et (C_1, D_1), et l'on a les résultats suivants :

» *Quand la congruence* H *a ses images principales conjuguées sur* S *et* S_1, *il en est de même pour la congruence* H_1; *les deux congruences ont alors pour image commune sur chaque surface le réseau* (u, v); *de plus, la tangente à la ligne* (v) *sur chaque surface est perpendiculaire à la tangente à la ligne* (u) *de l'autre.*

» Réciproquement, *si, sur chaque surface, la tangente à la ligne* (v) *est perpendiculaire à la tangente à la ligne* (u) *de l'autre, les congruences* H *et* H_1 *admettent comme image commune, sur chaque surface, le réseau conjugué* (u, v).

» Dans le cas où sur S et S_1 le réseau (u, v) se réduit aux asymptotiques d'une série, la première partie du théorème précédent a encore lieu; mais, pour la seconde, il ne suffit pas de supposer que les lignes asymptotiques d'une série se correspondent avec orthogonalité des tangentes, on doit

compléter l'hypothèse en supposant que sur S, par exemple, le réseau (A, B) se réduit aux lignes asymptotiques de la série considérée.

» D'autre part, chaque solution θ de l'équation F donne une surface S', pour laquelle le réseau conjugué (u, v) a la même représentation sphérique que pour S; si donc on mène par le point M' de S', qui correspond à M, une parallèle δ' à δ, cette droite engendre une congruence H' admettant la représentation sphérique de H et pour laquelle la distance focale λ est une solution de l'équation G_1.

» *On peut ainsi, dans les conditions indiquées, déduire, à l'aide de différentiations ou de quadratures, de chaque solution de l'une des équations* F *ou* F_1, *une solution de l'adjointe à l'autre; et inversement.*

» Chaque solution θ de l'équation F permet, par exemple, de déterminer une surface sur laquelle les développables de la congruence engendrée par les tangentes aux lignes (u) de S_1 découpent un réseau conjugué. Si pour la ligne δ on prend la tangente à la ligne (v) de S, δ' devient la tangente à la ligne (u) de S_1, et l'on obtient des résultats équivalents à ceux donnés récemment par M. Cosserat.

» Quand sur la surface S le réseau (u, v) est celui des lignes de courbure, j'ai montré que l'on peut, de chaque solution θ de F, déduire une solution μ de son adjointe G, et inversement. Les considérations précédentes permettent d'obtenir le même résultat dans un grand nombre d'autres cas, parmi lesquels je citerai celui où les lignes (v) sont des géodésiques de S, celui où les tangentes aux lignes (v) forment une congruence de Ribaucour, et, enfin, celui où le réseau (u, v) admet la représentation sphérique d'une congruence cyclique.

» Il en résulte aussi une méthode pour former des équations de Laplace qui admettent des transformations infinitésimales. Effectivement, si le réseau (u, v) de S appartient à deux des catégories précédentes, on peut, de chaque solution θ de F, déduire deux solutions de μ et μ' de son adjointe. Appliquant alors à μ' la règle qui permet de revenir de μ à θ, on obtient bien une solution nouvelle θ' de G. M. Guichard a déjà rencontré des faits de ce genre dans ses recherches sur certaines surfaces qui se rattachent aux surfaces à courbure totale constante; j'indiquerai seulement ici ceux qui sont utiles dans la détermination des couples de surfaces applicables.

» Supposons qu'il existe une surface Σ applicable sur S avec correspondance des réseaux conjugués (u, v), désignons par M', x', y', z', α, α', ..., γ'', ξ, ..., r_1, p', p'_1, q' les éléments de cette surface, par Φ et Γ les équations

analogues à F et G, et par σ l'élément qui intervient dans les formules

$$p' = -i\frac{\cos\sigma - 1}{\sin\sigma}p, \qquad q' = -i\frac{\cos\sigma - 1}{\sin\sigma}q,$$

et leurs analogues données par M. Cosserat.

» Les cosinus directeurs $a, a', a'', \alpha, \alpha', \alpha''$ des courbes (v) des surfaces S et Σ sont des solutions particulières d'une même équation de la forme

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v} + A\frac{\partial\omega}{\partial u} + B\frac{\partial\omega}{\partial u} + C\omega = 0, \tag{1}$$

et vérifiant en outre la relation

$$\sum\left(\frac{\partial a}{\partial v}\right)^2 = \sum\left(\frac{\partial\alpha}{\partial v}\right)^2.$$

» Si l'on désigne par ρ une solution quelconque de l'équation adjointe à l'équation (1), les formules

$$\left\{\begin{aligned}\frac{\partial x_1}{\partial u} &= a\left(\frac{\partial\rho}{\partial u} - B\rho\right),\\ \frac{\partial x_1}{\partial v} &= \rho\left(\frac{\partial a}{\partial v} - Aa\right),\end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned}\frac{\partial x'_1}{\partial u} &= \alpha\left(\frac{\partial\rho}{\partial u} - B\rho\right),\\ \frac{\partial x'_1}{\partial v} &= \rho\left(\frac{\partial\alpha}{\partial v} + A\alpha\right),\end{aligned}\right.$$

et leurs analogues pour y_1, z_1, y'_1, z'_1 définissent deux nouvelles surfaces applicables l'une sur l'autre, avec correspondance des réseaux conjugués (u, v).

» Les coordonnées x, y, z, x', y', z' vérifient aussi une même équation linéaire, on peut alors déduire de x, y, z trois solutions de Γ et de x', y', z' trois solutions de G ; en faisant les calculs on reconnaît que les équations F et Φ jouissent de la propriété suivante : *chacune d'elles a les mêmes invariants que l'adjointe de l'autre, on passe d'une solution de l'une d'elles à une solution de l'adjointe de l'autre en la divisant par* $\sin\sigma$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation infinitésimale et sur les surfaces associées de M.* Bianchi. Note de M. **E. Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Soit (A) la surface lieu du milieu A du segment MM_1 qui joint les points correspondants M et M_1 de deux surfaces applicables l'une sur l'autre; ε désignant une constante infiniment petite, on sait que la surface (A'), lieu de l'extrémité du segment AA', équipollent à ε. AM est applicable

sur (A); la surface (a), lieu de l'extrémité du segment Oa, équipollent à AM, et dont l'origine est un point fixe O, correspond à (A) par orthogonalité des éléments; la connaissance de (A) détermine, inversement, une déformation infinitésimale de (a), définie par le couple de surfaces applicables (M) et (M_2), M_2 étant le symétrique de M par rapport à a ou de M_1 par rapport à O.

» Associons, à un système de courbes (u, v) de (A), un trièdre trirectangle mobile (T) ou $Axyz$ dont l'axe des z est la normale de (A) et soient εx, εy, εz les coordonnées du point A' par rapport à ce trièdre; adoptons les notations des *Leçons* de M. Darboux et considérons un trièdre mobile (T') dont les axes sont, à chaque instant, parallèles à ceux de (T), ses translations étant définies par les formules

$$\xi' = -\eta z_1, \quad \eta' = \xi z_1, \quad (pq_1 - qp_1)\zeta' = (q\xi_1 - p\eta_1)\frac{\partial z_1}{\partial u} - (q\xi - p\eta)\frac{\partial z_1}{\partial v},$$

$$\xi'_1 = -\eta_1 z_1, \quad \eta'_1 = \xi_1 z_1, \quad (pq_1 - qp_1)\zeta'_1 = (q_1\xi_1 - p_1\eta_1)\frac{\partial z_1}{\partial u} - (q_1\xi - p_1\eta)\frac{\partial z_1}{\partial v}$$

où z_1 désigne la solution la plus générale de l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial \zeta'}{\partial v} - \frac{\partial \zeta'_1}{\partial u} = p\eta'_1 - p_1\eta' - q\xi'_1 + q_1\xi'.$$

» *Les inconnues x, y, z sont les coordonnées d'un point fixe de l'espace par rapport au trièdre* (T').

» Ce résultat se déduit facilement des indications données par M. Ribaucour (¹) qui a fait les remarques essentielles suivantes :

» 1° *Les caractéristiques de l'équation* (1) *sont les asymptotiques de* (A); *à une solution z_1 de cette équation* (²), *correspond une seule déformation infinitésimale de* (A).

» 2° *Désignons par x, y, z, z_1 un système de valeurs des inconnues constituant une solution du problème; construisons par rapport au trièdre* (T), *le point* N *dont les coordonnées sont* $\frac{y}{z_1}$, $-\frac{x}{z_1}$, $\frac{1}{z_1}$; *ce point et son symétrique* N_1, *par rapport au plan des xy de* (T), *décrivent deux surfaces applicables l'une sur l'autre; il y a réciprocité entre les deux couples* (M), (M_1) *et* (N), (N_1).

(¹) *Notice sur les travaux mathématiques* de M. A. Ribaucour, p. 21. — *Mémoire sur les élassoïdes*, § 187.

(²) L'équation (1) est celle qui intervient dans la solution, donnée par M. Weingarten, du problème de la déformation infinitésimale (*Journal de Crelle*, t. 100).

» L'équation (1) admet comme solutions les cosinus des angles de la normale à la surface (A) avec trois axes rectangulaires fixes; le théorème de M. Darboux sur les systèmes conjugués admet, par suite, comme cas particulier, le suivant dû à M. Bianchi.

» *Soit un couple de surfaces associées* (A) *et* (A_1); *la distance d'un point* O *au plan tangent d'une de ces surfaces est fonction caractéristique d'une déformation infinitésimale de l'autre.*

» Soit (A_1) la surface, associée à (A), dont le plan tangent est mené, parallèlement à celui de (A), à une distance de O égale à z_1; AA_2 étant un segment équipollent à OA_1, la droite AA_2 engendre une congruence de Ribaucour dont (A) est la surface moyenne; les plans tangents à (A), (A_1), (A_2) aux points correspondants sont parallèles; les développables des congruences engendrées par AA_1 et par AA_2 découpent donc (A) suivant le même réseau conjugué à invariants égaux et l'on a le théorème suivant qui peut être généralisé :

» *Pour que deux surfaces* (A) *et* (A_1), *se correspondant point par point avec parallélisme des plans tangents, soient associées, il faut et il suffit que si l'on considère la congruence des droites* AA_1, *ses développables découpent* (A) *et* (A_1) *suivant des réseaux conjugués à invariants égaux ou encore que les points focaux de* AA_1 *soient conjugués harmoniques par rapport à* A *et* A_1.

» En particulier, *les surfaces isothermiques, qui se correspondent dans le problème de M. Christoffel, sont associées.*

» B étant le milieu de NN_1, menons Ob équipollent à BN; la surface (b), qui est polaire réciproque de (A_1), par rapport à une sphère de centre O, est associée à (a) dans la déformation infinitésimale de (a), définie par le couple de surfaces applicables (M) et (M_2); les plans tangents en a et b aux surfaces (a) et (b) étant parallèles, la parallèle à Ob, menée par a, engendre une congruence de Ribaucour dont les développables découpent sa surface moyenne (a), suivant le même réseau conjugué que les développables de la congruence des droites ab; d'où, en vertu de la réciprocité entre (A) et (B), ce théorème de M. Ribaucour :

» *Les asymptotiques se correspondent sur les deux nappes* (A) *et* (B) *de la surface focale de la congruence des droites* AB.

» Considérons le réseau conjugué de (A) qui reste conjugué dans la déformation infinitésimale qui transforme (A) en (A'); *il lui correspond :* 1° *le réseau conjugué commun à* (M), (M_1), (M_2) *et, par conséquent, le réseau conjugué de* (a) *qui reste conjugué dans la déformation infinitésimale*

correspondante de (a); 2° *les asymptotiques de* (b) *et de* (A_1), ce qui est conforme à un théorème de M. Bianchi.

» On peut remarquer que le problème de la déformation infinitésimale d'une surface (A) revient à la détermination des réseaux conjugués tracés sur cette surface et qui ont soit leurs invariants égaux, soit une représentation sphérique identique à celle, considérée par M. Dini, des asymptotiques d'une surface : *dès que l'un de ces réseaux conjugués est donné, la déformation infinitésimale correspondante de* (A) *se détermine au moyen de quadratures.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions contiguës relatives à la série hypergéométrique de deux variables.* Note de M. **Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« 1. Soit

$$U = u^{\alpha-1}(1-u)^{\gamma-\alpha-1}(1-ux)^{-\beta}(1-uy)^{-\beta'} \quad \text{et} \quad \int_0^1 U\,du = \Phi(\alpha,\beta,\beta',\gamma;x,y).$$

On trouve aisément tout d'abord les relations

$$\begin{aligned}
\Phi(\alpha+1) &= \Phi(\gamma-1)-\Phi,\\
\Phi(\beta-1) &= x\Phi(\gamma+1)-(x-1)\Phi,\\
\Phi(\beta'-1) &= y\Phi(\gamma+1)-(y-1)\Phi,
\end{aligned}$$

qui, transformées en tenant compte de la relation

$$\Phi(\alpha,\beta,\beta',\gamma;x,y) = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\gamma-\alpha)}{\Gamma(\gamma)} F_1(\alpha,\beta,\beta',\gamma;x,y),$$

donnent

$$(1) \qquad \alpha F_1(\alpha+1) = (\gamma-1)\quad F_1(\gamma-1)+(1+\alpha-\gamma)F,$$

$$(2) \qquad \gamma F_1(\beta-1) = (\gamma-\alpha)x F_1(\gamma+1)-\gamma(x-1)F_1,$$

$$(3) \qquad \gamma F_1(\beta'-1) = (\gamma-\alpha)y F_1(\gamma+1)-\gamma(y-1)F_1.$$

» De l'équation $\frac{dU}{du} = U\left(\frac{\alpha-1}{u}+\frac{1+\alpha-\gamma}{1-u}+\frac{\beta x}{1-ux}+\frac{\beta' y}{1-uy}\right)$, on déduit, en intégrant entre 0 et 1 ses deux membres multipliés par du, une relation entre la fonction Φ et des fonctions contiguës qui, transformée, devient

$$(4) \qquad \left\{\begin{aligned}
&(\gamma-\alpha)F_1(\alpha-1)+(\alpha-1)F_1-(\gamma-1)F_1(\gamma-1)\\
&\qquad +\beta x F_1(\beta+1)+\beta' y F_1(\beta'+1)=0.
\end{aligned}\right.$$

» En opérant de même sur les expressions $\frac{d(\mathrm{U}u)}{du}$, $\frac{d(\mathrm{U}u^2)}{du}$, on trouve successivement

$$(5) \quad \beta F_1(\beta+1)+\beta' F_1(\beta'+1)=(\gamma-1)F_1(\gamma-1)+(1+\beta+\beta'-\gamma)F_1$$

et

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} &(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta-\beta')xy\,F_1(\gamma+1) \\ &\quad =[(2\gamma-\beta-\beta'-\alpha-1)xy-\beta y-\beta' x]\gamma F_1 \\ &\qquad -\gamma(\gamma-1)xy\,F_1(\gamma-1)+\gamma\beta y\,F_1(\beta+1)+\gamma\beta' x\,F_1(\beta'+1). \end{aligned} \right.$$

» On peut donc énoncer le théorème suivant :

» *Entre la fonction* F_1 *et trois quelconques des huit fonctions contiguës* $F_1(\alpha\pm1)$, $F_1(\beta\pm1)$, $F_1(\beta'\pm1)$, $F_1(\gamma\pm1)$ *existe une relation linéaire et homogène dont les coefficients sont des polynômes entiers en* x *et en* y.

» D'ailleurs, de la formule

$$F_1(\alpha,\beta,\beta',\gamma;x,y)=\sum_{m=0}^{m=\infty}\sum_{n=0}^{m=\infty}\frac{(\alpha,m+n)(\beta,m)(\beta',n)}{(\gamma,m+n)(1,m)(1.n)}x^m y^n,$$

on déduit aisément

$$F_1(\beta+1)=F_1+\frac{x}{\beta}\frac{\partial F_1}{\partial x},$$

$$F_1(\beta'+1)=F_1+\frac{y}{\beta'}\frac{\partial F_1}{\partial y},$$

$$F_1(\gamma-1)=F_1+\frac{1}{\gamma-1}\left(x\frac{\partial F_1}{\partial x}+y\frac{\partial F_1}{\partial y}\right).$$

» L'énoncé du théorème précédent peut donc être ainsi modifié.

» *Les huit fonctions contiguës sont des fonctions linéaires et homogènes de* F_1, *de* $\frac{\partial F_1}{\partial x}$ *et de* $\frac{\partial F_1}{\partial y}$, *les coefficients étant des fonctions rationnelles de* x *et de* y.

» La méthode indiquée pour obtenir ces relations s'applique sans difficulté aux fonctions contiguës suivantes, et l'on peut dire que *toute fonction contiguë* $F_1(\alpha\pm m,\beta\pm n,\beta'\pm n',\gamma\pm p;x,y)$ *est une fonction linéaire et homogène de* F_1, *de* $\frac{\partial F_1}{\partial x}$ *et de* $\frac{\partial F_1}{\partial y}$, *les coefficients étant des fonctions rationnelles de* x *et de* y.

» A cause de la formule

$$\frac{\partial^{m+n}F_1(\alpha,\beta,\beta',\gamma;x,y)}{\partial x^m\,\partial y^n} = \frac{(\alpha,m+n)(\beta,m)(\beta',n)}{(\gamma,m+n)}F_1(\alpha+m+n,\beta+m,\beta'+n,\gamma+m+n;x,y)$$

on voit que *les dérivées partielles d'ordre supérieur à un de la fonction* F_1 *peuvent s'exprimer en fonction linéaire et homogène de* F_1, *de* $\frac{\partial F_1}{\partial x}$ *et de* $\frac{\partial F_1}{\partial y}$, *les coefficients étant des fonctions rationnelles de* x *et de* y.

» On pourra ainsi trouver en particulier, par cette méthode, les trois équations aux dérivées partielles du second ordre bien connues auxquelles satisfait la fonction F_1.

» Les mêmes théorèmes un peu modifiés ont lieu pour les fonctions $\Psi = \int_g^h U\,du$, $I = \int_g^{\frac{h}{x}} U\,du$, $J = \int_{\frac{g}{x}}^{\frac{h}{y}} U\,du$ (g et h étant des constantes quelconques). La seule modification à introduire est que les relations indiquées *ne sont plus toujours homogènes*. Il y aura, par exemple, un terme indépendant de Ψ, de $\frac{\partial \Psi}{\partial x}$, et de $\frac{\partial \Psi}{\partial y}$, et qui, en général, sera de nature transcendante. Ajoutons que les relations concernant F_1 et ses contiguës peuvent chacune se vérifier directement. Il n'y a par suite aucune restriction à faire sur les valeurs de α, β, β' et γ.

» 2. On sait que le système des trois équations aux dérivées partielles simultanées du second ordre auxquelles satisfait la série hypergéométrique $F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma; x, y)$ admet dix intégrales de la forme $\int_g^h U\,du$, où g et h désignent deux des cinq quantités 0, 1, ∞, $\frac{1}{x}$, $\frac{1}{y}$.

» Si l'on veut chercher les relations linéaires entre trois ou quatre de ces intégrales supposées non distinctes, on s'aperçoit aisément que *ces relations ne subsistent pas pour toutes les positions de* x *et* y *dans le plan*. Il y a, dans le cas présent, *quatorze* tableaux distincts de relations entre les dix intégrales considérées.

» En précisant, dans chaque intégrale, les arguments choisis pour u, $1-u$, $1-ux$, $1-uy$, ainsi que les chemins suivis, on arrive aux résultats suivants :

» I. x et y sont tous deux dans la région inférieure du plan :

Tableau 1. — Le segment de droite		$\left(1-x, 1-\frac{x}{y}\right)$	coupe X	entre 0 et 1;
Tableau 2. —	»	»	»	»	à gauche de 0;
Tableau 3. —	»	»	$\left(1-y, 1-\frac{y}{x}\right)$	»	entre 0 et 1;
Tableau 4. —	»	»	»	»	à gauche de 0.

» II. x et y sont tous deux dans la partie supérieure du plan; on obtiendra, comme dans le cas précédent, quatre autres tableaux, les tableaux 5, 6, 7, 8.

» III. x est dans la partie inférieure du plan, y dans la partie supérieure:

Tableau 9. — Le segment $\left(\frac{1}{x}, \frac{1}{y}\right)$	coupe X	à gauche de 0;		
Tableau 10. —	»	»	»	entre 0 et 1;
Tableau 11. —	»	»	»	à droite de 1.

» IV. x est dans la partie supérieure du plan, y dans la partie inférieure.

» On aura trois autres tableaux, 12, 13 et 14, comme dans le cas précédent.

» Certaines relations pourront être communes à deux ou plusieurs tableaux. Il pourra se faire que trois intégrales soient distinctes dans l'un des tableaux et non distinctes dans un autre. Enfin il ne sera pas toujours possible d'obtenir *directement*, par l'application du théorème de Cauchy à un contour convenablement choisi, la relation qui existe entre trois ou quatre intégrales non distinctes données à l'avance. Il pourra, en effet, arriver que deux des chemins décrits par la variable *u se croisent*. Il faudra alors procéder par élimination entre d'autres relations trouvées directement. Les intégrales pour lesquelles ce fait se présente ne seront pas les mêmes dans les différents tableaux.

» Chaque tableau contient 162 relations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Caractère de convergence des séries.* Note de M. **A. de Saint-Germain**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, le 11 janvier 1892, et publiée dans le compte rendu de la séance, M. Jamet montre qu'une série U à termes positifs u_0, u_1, ... est convergente ou divergente suivant que, pour n infini, $\lim u_n^{n-p}$ est < 1 ou > 1. Cette règle peut être comprise dans une autre, de forme plus générale, et susceptible d'être complétée de manière à lever, dans certains cas, le doute que la première laisse subsister sur la convergence.

» Soit $\varphi(n)$ une fonction positive pour de grandes valeurs de n et assujettie à la seule condition que, pour n infini, $\varphi(n)\log n$ tende vers zéro:

je dis que U sera convergente ou divergente suivant que $\lim u_n^{\varphi(n)}$ sera < 1 ou > 1; en second lieu, si l'on a, ε_n étant nul pour n infini,

$$u_n^{\varphi(n)} = 1 - \varepsilon_n,$$

U sera convergente ou divergente suivant que $\lim \frac{\varepsilon_n}{\varphi(n)\log n}$ sera > 1 ou < 1.

» Il suffit évidemment de démontrer la seconde proposition, qui entraînera la première. Soit V la série dont le terme général v_n est $\frac{1}{n^\alpha}$: on a

$$v_n^{\varphi(n)} = e^{-\alpha \log n\, \varphi(n)} = 1 - (1 + \beta_n)\,\alpha \log n\, \varphi(n),$$

β_n tendant vers zéro; la quantité analogue à $\frac{\varepsilon_n}{\varphi(n)\log n}$ a pour limite α; or V est convergente ou divergente suivant que α est $\gtrless 1$; un raisonnement de forme bien connue permet d'en déduire notre proposition.

» La première partie peut être généralisée : si $\varphi(n)\log n$ a une limite finie μ, U est convergente ou divergente suivant que $\lim u_n^{\varphi(n)}$ est $\lessgtr e^{-\mu}$; on a, en effet, k et k' étant > 1 dans le premier cas, < 1 dans le second,

$$u_n = e^{-\frac{k\mu}{\varphi(n)}} = e^{-k'\log n} = \frac{1}{n^{k'}};$$

et la démonstration s'achève aisément. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Critérium de divisibilité par un nombre quelconque*. Note de M. **Fontès**, présentée par M. Cornu.

« M. Loir a donné (¹), pour reconnaître si un nombre entier N est divisible par un autre M, une méthode, cas particulier de celle, postérieure, qu'a proposée M. Perrin (²). Celle-ci nous paraîtrait être le dernier mot des recherches de ce genre, si elle fournissait directement le résidu minimum de N (mod. M), qui exige un calcul à part, indiqué d'ailleurs par M. Perrin. Mais parmi les nombres pouvant être aisément déduits de N, ayant même résidu minimum, suivant le module M, et, par suite, pouvant fournir des caractères de divisibilité par M, il en existe de remarquables

---

(¹) *Comptes rendus*, 1er semestre. 1888, p. 1070.
(²) *Association française*, 9 août 1889; Paris. Mémoires, p. 24.

dont le calcul est d'une simplicité comparable à celle des calculs de MM. Loir et Perrin. L'emploi de ces nombres fait l'objet de la présente Note.

» Soit N le nombre proposé, M un diviseur quelconque, premier ou non, mais non composé avec des facteurs de la base B de numération. Soit q le résidu minimum $\left(\text{compris entre } -\frac{M}{2} \text{ et } +\frac{M}{2}\right)$ de B^m (m entier positif) suivant le module M. Je puis décomposer N, en commençant par la droite, en tranches de m chiffres, $\lambda_m, \varkappa_m, \ldots, \gamma_m, \beta_m, \alpha_m$, de telle sorte que, si $f(x)$ désigne la fonction $\alpha_m x^n + \beta_m x^{n-1} + \gamma_m x^{n-2} + \ldots \varkappa_m x + \lambda_m$, on ait $N = f(B^m)$. Cela posé, j'observe que, d'après la définition de q, on a $B^m = q + M\Omega$ (Ω étant un certain entier positif). J'en déduis

$$(1)\quad \begin{cases} N = f(q + M\Omega) \\ \quad = f(q) + M\frac{\Omega}{1!}f'(q) + M^2\frac{\Omega^2}{2!}f''(q) + \ldots + M^n\frac{\Omega^n}{h!}f^{(n)}(q). \end{cases}$$

» Cette égalité m'apprend que N et $f(q)$ ont même résidu minimum (mod M). $f(q)$, que je désignerai par Δ_m, étant toujours plus petit que N, je puis m'en servir comme de critérium de divisibilité de N par M. Son expression est

$$\Delta_m = \alpha_m q^n + \beta_m q^{n-1} + \gamma_m q^{n-2} + \ldots + x_m q + \lambda_m.$$

» Si je ne veux l'utiliser que pour rechercher le résidu minimum de N (mod M), j'observerai que, dans son développement, certaines puissances de q, à partir de la $(n-k)^{\text{ième}}$, peuvent être supérieures, en valeur absolue, à $\frac{M}{2}$. On pourra, dans ce cas, former un autre nombre Θ_m, congru à Δ_m (mod M), en remplaçant q^{n-k}, q^{n-k+1}, ..., q^n par leurs résidus minimums r_{n-k}, r_{n-k+1}, ..., r_n suivant le module. Ce nombre

$$\Theta = \alpha_m r_n + \beta_m r_{n-1} + \gamma_m r_{n-2} + \ldots + \eta r_{n-k} + \theta q^{n-k-1} + \ldots + x_m q + \lambda_m$$

sera plus petit et d'un calcul plus facile que Δ_m. Ses coefficients pourront être calculés à l'avance pour chaque module M. m est limité lui-même, d'abord par le théorème d'Euler, qui nous apprend qu'une de ses valeurs m_1, diviseur de $\varphi(M)$ correspond à $q = 1$, et par ce fait que, dans certains cas, la valeur m_2 de m, qui correspond à $q = -1$, est plus petite que m_1. Si donc, le nombre des chiffres de N est très grand, on commencera par former, par voie d'addition ou de soustraction, un autre nombre Δ_{m_1} ou Δ_{m_2}, qu'on ramènera toujours à n'avoir que m_1 (ou m_2) chiffres au plus. Puis

on choisira, parmi les puissances de B inférieures à la m_1^e (ou la m_2^e), celle à laquelle correspond la valeur de q, qui fournit les coefficients de l'usage le plus facile pour le calcul des nombres Δ ou Θ.

» Ainsi, si nous voulons chercher le criterium de 43 dans le système décimal, nous observerons que $10^{21}+1 \equiv 0 \pmod{43}$, et nous ramènerons N à un nombre Δ_{21} qui aura 21 chiffres au plus. Puis, comme $10^7 - 6 \equiv 0 \pmod{43}$, nous diviserons Δ_{21} en tranches de 7 chiffres et nous aurons

$$\Theta_7 = -7\alpha_7 + 6\beta_7 + \gamma_7.$$

» Le nombre de 7 chiffres pourra être ramené lui-même à 3 en calculant $\Theta_3 = -8\alpha'_1 + 11\beta'_3 + \gamma'_3$, puis à 2 par $\Theta_2 = 14\alpha''_1 + \beta''_2$, et ce dernier donnera le résidu minimum de N (mod 43).

» Le calcul direct du résidu n'est pas le seul avantage de l'emploi des nombres Δ_m. J'ai fait voir par ailleurs (¹), que la différence $N - \Delta$ a pour valeur le produit de M par

$$\Omega[\alpha_m(B^m)^{n-1} + (\alpha_m q + \beta_m)(B^m)^{n-2} + (\alpha_m q^2 + \beta_m q + \gamma_m)(B^m)^{n-3} + \ldots \\ + (\alpha_m q^{n-1} + \beta_m q^{n-2} + \gamma_m q^{n-3} + \ldots - + \varkappa)],$$

où chaque coefficient de la parenthèse peut se déduire du précédent en le multipliant par q et ajoutant un coefficient de $f(x)$. Δ_m provient du dernier suivant la même loi. Ce mode de calcul, qu'on a intérêt à employer si l'on a besoin d'un quotient de N par M, réduit la division de tout nombre, si grand qu'il soit, à celle d'un nombre limité m de chiffres (m ne dépendant que du diviseur), et permet, dans certains cas, la suppression complète de la division arithmétique (²).

» Ce qui précède peut être établi (un peu moins brièvement, il est vrai) au moyen des mathématiques les plus élémentaires, ce qui en rend l'application aisée au grand nombre de calculateurs. »

(¹) *Mémoires de l'Académie de Toulouse*, t. IV, 1892; *Note sur la division*, p. 289.

(²) *Association française*, 19 septembre 1892; Pau.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le mouvement d'un point matériel dans le cas d'une résistance proportionnelle à la vitesse.* Note de M. **Elliot**, présentée par M. Darboux.

« 1. Supposons que le point de masse égale à l'unité soit sollicité par des forces dérivant d'un potentiel U. Les équations du mouvement sont, en désignant par k une constante,

$$(1) \qquad \frac{d^2 x_i}{dt^2} + k\frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial U}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

En suivant la marche usitée pour établir les formules de Lagrange, on verra immédiatement que le changement de variables $x_i = \varphi_i(q_1, q_2, q_3)$ transforme les équations (1) en celles-ci

$$(2) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_h}\right) + k\frac{\partial T}{\partial q'_h} - \frac{\partial T}{\partial q_h} = \frac{\partial U}{\partial q_h} \qquad (h = 1, 2, 3),$$

où q'_h est la dérivée de q_h par rapport à t et T la demi-force vive.

» Les formules (2) s'appliquent encore lorsque le point est assujetti à se mouvoir sur une surface ou sur une courbe. Les termes correspondant à la réaction normale qui doivent alors compléter les équations (1) disparaissent, comme on sait, dans les combinaisons qui fournissent les équations de Lagrange. L'entier h aura, dans ce cas, les valeurs 2 ou 1.

» On ramène les équations (2) à la forme canonique en substituant aux q'_h les nouvelles variables $p_h = e^{kt}\frac{\partial T}{\partial q'_h}$. Après cette substitution, les équations (2) deviennent

$$(3) \qquad \frac{dq_h}{dt} = e^{kt}\frac{\partial(T-U)}{\partial p_h}, \qquad \frac{dp_h}{dt} = -e^{kt}\frac{\partial(T-U)}{\partial q_h}.$$

Il en résulte que si l'on considère l'équation aux dérivées partielles

$$(4) \qquad \frac{\partial V}{\partial t} + e^{kt}(T-U) = 0,$$

où les q'_h ont été remplacés en fonction des p_h, et où les p_h eux-mêmes sont remplacés par $\frac{\partial V}{\partial q_h}$, la connaissance d'une intégrale complète de l'équation (4) permettra de trouver les équations finies du mouvement par la méthode de Jacobi.

» M. Appell, à qui j'avais communiqué ce résultat, a bien voulu me faire observer qu'il pouvait être prévu et trouvé par suite de cette circonstance que les équations (1), après le changement de variables $t_1 = e^{-kt}$, se transforment dans les suivantes :

$$\frac{d^2 x_i}{\partial t_1^2} = \frac{\partial U_1}{\partial x_i}, \qquad \text{avec} \qquad U_1 = \frac{1}{k^2 t_1^2} U.$$

» Ces dernières équations sont sous une forme qui permet évidemment l'application de la méthode de Jacobi, après des transformations connues.

» 2. Si, en particulier, on rapporte le mouvement à des coordonnées rectangulaires, l'équation (4) fournit l'équation aux dérivées partielles

$$(5) \qquad \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} e^{-kt} \left(\frac{\partial V^2}{\partial x^2} + \frac{\partial V^2}{\partial y^2} + \frac{\partial V^2}{\partial z^2} \right) - e^{kt} U = 0,$$

que la substitution $V = e^{kt} W$ transforme en

$$(6) \qquad \frac{\partial W^2}{\partial x^2} + \frac{\partial W^2}{\partial y^2} + \frac{\partial W^2}{\partial z^2} + 2kW - 2U = 0.$$

Ces équations conviennent au mouvement dans un plan ou sur une ligne droite, quand on réduit le nombre des variables à 2 ou 1.

» Le mouvement sur une courbe se ramène au mouvement sur une droite. Il suffit de prendre l'arc de courbe comme variable et de projeter le mouvement sur la tangente. Dans ce cas, l'équation (6) est une équation différentielle ordinaire

$$(7) \qquad \frac{dW^2}{dx^2} + 2kW - 2f(x) = 0;$$

mais, même dans ce cas simple, il arrive rarement que l'on puisse intégrer.

» L'intégration se ramène à des quadratures si la force $f'(x)$ est en raison directe ou inverse de la distance. Elle se ramène à l'intégration d'une équation de Riccati, si la forme est en raison inverse du carré ou de la racine carrée de la distance.

» Dans le cas d'un mouvement plan, l'équation (6) est à deux variables x et y. Elle admet, lorsque $U = f\left(\frac{y}{x}\right)$, l'intégrale du premier degré

$$\alpha \frac{\partial W}{\partial x} + \beta \frac{\partial W}{\partial y} + W + \gamma = C,$$

où α, β, γ sont des fonctions de x et y, et C une constante arbitraire. La recherche d'une intégrale complète revient alors à l'intégration d'une équation aux différentielles totales; mais cette dernière se ramène elle-même à celle de l'équation ordinaire

$$\frac{d\varphi^2}{d\theta^2} + \varphi^2 = 2f(\tang\theta) + 2kC.$$

C'est ce genre d'équations que l'on rencontre dans la recherche des lignes géodésiques des surfaces spirales. On ne sait les intégrer que dans des cas extrêmement restreints.

» Si la force est dirigée vers un centre fixe et fonction $f'(r)$ de la distance du mobile à ce centre, l'équation (5) à trois variables t, x, y devient, en coordonnées polaires,

$$2r^2 e^{kt}\frac{\partial V}{\partial t} + r^2\frac{\partial V^2}{\partial r^2} - 2e^{2kt}r^2 f(r) + \frac{\partial V^2}{\partial \theta^2} = 0.$$

» En posant $V = C\theta + V_1$, où C est une constante arbitraire, et faisant la substitution $e^{-kt} = kt_1$, il suffit de trouver une intégrale complète de l'équation

$$\frac{\partial V_1^2}{\partial r^2} - 2\frac{\partial V_1}{\partial t_1} + \frac{C^2}{r^2} - \frac{2f(r)}{k^2 t_1^2} = 0,$$

qui n'est plus qu'à deux variables r et t_1. Quelle que soit la constante C, cette dernière équation admet une intégrale du premier degré pour une loi de force

$$f'(r) = \frac{1}{4}m(m-2)k^2 r + \frac{4-2m}{m}Ar^{\frac{4-3m}{m}},$$

où m et A sont des constantes quelconques. Pour $m = 2$, la force est en raison inverse de la distance. Dans ces différents cas, on saura trouver, par des quadratures, le mouvement du mobile. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la forme générale de la loi du mouvement vibratoire dans un milieu isotrope.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« I. *Corps isotrope de dimensions et de forme géométrique déterminées.* — Supposons qu'on ébranle ce corps en un point. Soient n le nombre de ses vibrations par seconde, q l'élasticité; δ la masse spécifique, φ une fonction

des dimensions géométriques, et, par suite, de l'unité de longueur, de degré x indéterminé. Admettons que la loi du mouvement ne dépende pas d'autres quantités.

» Soient L, M, T les unités fondamentales mécaniques de longueur, de masse et de temps. Formons le tableau des *dimensions* des quantités ci-dessus indiquées, en laissant indéterminé le degré de φ, par rapport à L :

	L.	M.	T.
n	0	0	−1
q	−1	1	−2
δ.	−3	1	0
φ.	x	0	0

» La loi cherchée doit s'exprimer par une équation entre n, q, δ, φ, indépendante des trois unités.

» Or : 1° Pour qu'elle soit indépendante de l'unité de masse, il faut qu'elle ne dépende que de $\frac{q}{\delta}$.

» 2° Pour qu'elle soit indépendante de l'unité de temps, il faut qu'elle ne dépende que de $\frac{n}{\sqrt{\frac{q}{\delta}}}$.

» 3° Enfin, pour qu'elle soit indépendante de l'unité de longueur, il faut qu'elle soit de la forme $\frac{n\varphi_1}{\sqrt{\frac{q}{\delta}}} = \text{A}$, φ_1 étant du premier degré en L et A une constante; la forme $\frac{\sqrt{\frac{q}{\delta}}}{n\varphi_1} = \text{A}$ serait bonne également; mais elle revient à la précédente.

» Ainsi la loi du mouvement vibratoire d'un corps élastique isotrope de forme géométrique quelconque, ébranlé en un de ses points, se trouve déterminée dans sa forme générale, si elle ne dépend que des seuls éléments indiqués ci-dessus.

» En particulier, si l'on veut exprimer le nombre n de vibrations dans l'unité de temps, on a

$$n = \text{A}\sqrt{\frac{q}{\delta}}\cdot\frac{1}{\varphi_1} \qquad \text{ou} \qquad n = \sum \text{A}\sqrt{\frac{q}{\delta}}\,\frac{1}{\varphi_1},$$

c'est-à-dire une somme de termes de même forme.

» La fonction φ_1 du premier degré des paramètres linéaires, qui défi-

nissent la forme géométrique du corps, se déterminera d'une façon explicite dans chaque cas particulier, ainsi que la question de savoir si n est exprimé par un ou plusieurs termes.

» EXEMPLES : I. *Sphères vibrantes.* — La fonction φ est caractérisée par un seul paramètre, le rayon R : il suffit de poser $\varphi_1 = R$, d'où

$$n = A\sqrt{\frac{q}{\delta}}\frac{1}{R}.$$

» L'expérience vérifie en effet que, dans ce cas, n est en raison inverse de R.

» II. *Disques circulaires d'épaisseur e et de diamètre d.* — La forme géométrique de ces corps est déterminée par ces deux paramètres. La forme de φ_1 peut être $d^{\frac{1}{m}} e^{1-\frac{1}{m}}$, ou $d^{m+1} e^{-m}$, ou $e^{m+1} d^{-m}$, ... Mais l'expérience démontre que le nombre de vibrations de disques de même diamètre augmente proportionnellement à l'épaisseur e; cela suffit pour que φ_1 soit nécessairement de la forme $\frac{d^2}{e}$ et $n = A\sqrt{\frac{q}{\delta}}\frac{e}{d^2}$. C'est la loi connue des vibrations des disques circulaires.

» III. *Plaques carrées, d'épaisseur e et de côté l.* — On trouve, comme ci-dessus, que φ_1 doit être de la forme $\frac{e}{l^2}$.

» IV. *Verges rectangulaires d'épaisseur e, de longueur l, de largeur* λ. — La forme de la fonction φ_1 est déterminée par l'expérience qui démontre que n varie proportionnellement à e et en raison inverse de l; donc φ_1 est de la forme $\frac{l\lambda}{e}$ et $n = A\sqrt{\frac{q}{\delta}}\frac{e}{l\lambda}$.

» Dans le cas où λ est petit par rapport à l, l'expérience montre que n est indépendant de λ; alors φ_1 doit être de la forme $\frac{l^2}{e}$ pour conserver l'homogénéité, et l'on doit avoir

$$n = A\sqrt{\frac{q}{\delta}}\frac{e}{l^2},$$

formule connue et vérifiée par l'expérience.

» V. *Cordes de longueur l vibrant longitudinalement.* — Une expérience sommaire, et tout à fait qualitative, suffit pour montrer que le nombre des vibrations est indépendant de la section de la corde. Par suite, la fonction φ_1 ne dépend que de la longueur l, et l'on a nécessairement

$$n = A\sqrt{\frac{q}{\delta}}\frac{1}{l},$$

forme connue de la loi des vibrations longitudinales des cordes.

» Elle doit s'appliquer (et s'applique en effet) aux tiges et aux tuyaux sonores.

» Le cas des vibrations transversales se ramène au précédent, en remarquant qu'en ce cas l'élasticité q doit être remplacée par la tension P par unité de surface de la section s de la corde, c'est-à-dire par $\frac{P}{s}$, qui a, d'ailleurs, les mêmes dimensions que q : $ML^{-1}T^{-2}$. On obtient ainsi la formule générale homogène

$$n = A\sqrt{\frac{P}{s\delta}}\frac{1}{l},$$

qui est bien la formule des cordes vibrant transversalement.

» VI. *Corps élastiques semblables.* — Si nous considérons deux corps de même nature, semblables au point de vue *géométrique* seulement, si la fonction φ_1 pour l'un d'eux est $\varphi_1(a, b, c, \ldots)$, $a, b, c, \ldots$ étant les paramètres caractéristiques de la forme géométrique, on aura, pour l'autre,

$$\varphi_1(as, bs, cs, \ldots).$$

» Le rapport des nombres de vibrations n et n_s, dans les deux cas, sera

$$\frac{n}{n_s} = \frac{\varphi_1(as, bs, cs, \ldots)}{\varphi_1(a, b, c, \ldots)}.$$

Ce rapport est du degré zéro par rapport aux longueurs, puisque φ_1 est du premier degré; il représente donc une constante *numérique* qui n'est autre que s.

» Si les deux corps géométriquement semblables ne sont pas de même nature, mais sont *mécaniquement* semblables, c'est-à-dire si l'on a

$$\frac{\delta}{\delta'} = \alpha, \qquad \frac{q}{q'} = \gamma,$$

on a

$$\frac{n}{n_s} = \sqrt{\frac{\gamma}{\alpha}}\, s.$$

» En sorte que l'on trouve une loi vérifiée, dans le premier cas, par Savart expérimentalement et, dans le second, démontrée par Cauchy, savoir :

» *Les rapports des nombres de vibrations de deux corps géométriquement et mécaniquement semblables sont en raison inverse des dimensions homologues.* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Emploi des ressorts dans la mesure des pressions explosives*. Note de M. **Paul Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« L'emploi des ressorts pour l'enregistrement continu de pressions variables avec le temps est fort ancien, et l'indicateur de Watt peut être considéré comme le type des appareils de ce genre. Mais ils ne fonctionnent correctement qu'à la condition que les forces d'inertie du système en mouvement soient à tout instant négligeables, de telle sorte qu'il y ait à tout instant sensiblement équilibre entre la pression motrice et la réaction du ressort mesurée par sa déformation.

» Les conditions de ce mode de fonctionnement statique résultent immédiatement de l'étude théorique et expérimentale des manomètres à écrasement, dits *crushers*, que M. Sarrau et moi avons publiée en 1883.

» Dans ces appareils, en effet, le cylindre de cuivre dont l'écrasement sert de mesure à la pression, ne diffère d'un ressort parfait de masse négligeable que par la propriété de ne se laisser mouvoir que dans un sens, et les conditions qui assurent le fonctionnement statique de l'appareil crusher, sous une pression croissante, s'appliquent sans modification à un système élastique proprement dit.

» La théorie montre que l'élongation maxima que prend un système de masse m, présentant une loi de résistance fonction linéaire de déplacement sous l'action d'une pression fonction du temps, ne dépend que du rapport $\frac{\tau}{\tau_0}$ de la durée τ de développement de la pression à la durée τ_0 de fonctionnement du système sous une pression constante appliquée sans vitesse initiale. Dans le cas d'un système élastique, on voit facilement que cette durée τ_0 n'est autre chose que la demi-période vibratoire du système élastique. On a d'ailleurs $\tau_0 = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ où k désigne l'accroissement de résistance du ressort par millimètre de flexion.

» Si la demi-période τ_0 est très courte par rapport à la durée τ du développement de la pression, la théorie indique que le fonctionnement est sensiblement statique.

» La pratique des appareils crushers nous a montré que, dans les applications relatives aux phénomènes explosifs il suffit que le rapport $\frac{\tau}{\tau_0}$ dépasse 3 à 4 pour que les forces d'inertie deviennent entièrement négli-

geables, ainsi qu'il résulte des tracés recueillis qui permettent d'évaluer ces forces.

» Nous nous sommes assuré que cette donnée pratique relative aux appareils crushers s'étendait à tous les types de ressorts.

» Nos essais ont porté sur les ressorts à boudin en usage dans les indicateurs dérivés de l'indicateur de Watt et destinés aux machines à grande vitesse, sur les ressorts Belleville et enfin sur les barreaux métalliques soumis à la flexion.

» On détermine la période vibratoire de ces systèmes sous l'action d'une pression brusquement appliquée par l'explosion d'une petite charge d'un explosif à combustion rapide, tel que le fulminate de mercure ou le picrate de potasse. Puis on cherche, par l'emploi d'explosifs à combustion de plus en plus lente, le moment où le système élastique cesse de vibrer et fournit un enregistrement statique. La durée du développement de la pression fournie par ce tracé est comparée à la valeur τ_0 de la demi-période vibratoire, et l'on reconnaît que, pour des valeurs du rapport $\frac{\tau}{\tau_0}$ supérieures à 3 ou 4, le fonctionnement statique est assuré.

» Ces données conduisent à des conclusions importantes relatives aux conditions dans lesquelles peut être obtenu l'enregistrement continu de pressions très rapides telles que celles qui se produisent dans le tir des armes à feu portatives.

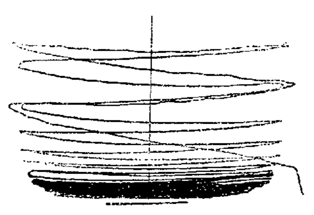
» Dans les fusils de petit calibre en usage dans les armées européennes, malgré l'emploi de poudres relativement très lentes, la durée de développement de la pression maximum ne dépasse pas $\frac{3}{10000}$ de seconde. Par suite, la demi-période τ_0 d'un système élastique capable de suivre statiquement le développement de cette pression ne saurait dépasser $\frac{1}{10000}$ de seconde. Or, pour un ressort parfait de masse négligeable par rapport à la masse du piston transmetteur de la pression, $\tau_0 = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; le rapport $\frac{m}{k}$ est donc déterminé, mais on peut aller plus loin. La masse du piston transmetteur n'est pas déterminée, la section restant arbitraire, mais les nécessités pratiques d'installation et d'enregistrement du mouvement conduisent, en général, à fixer une longueur minima de ce dispositif transmetteur. Nous n'avons pas réussi, dans nos expériences, à le réduire à moins de 30^{mm}. La masse par unité de section est donc, *a priori*, fixée, et la valeur de τ_0 détermine le rapport $\frac{\omega}{k}$ de la section au coefficient k.

» La pression maximum développée dans l'arme étant connue, la pres-

sion $\frac{P}{\omega}$ appliquée au système élastique fournira une flexion $\varepsilon = \frac{P}{\omega} k$ entièrement déterminée. Dans les armes actuelles où la pression est de l'ordre de 2400^{kg} par centimètre carré, on trouve ainsi que l'amplitude limite du tracé pour un ressort parfait de masse négligeable par rapport à l'organe transmetteur ne peut dépasser 1^{mm}.

» L'enregistrement statique des lois de développement de pressions rapidement variables entraîne donc fatalement l'emploi de tracés de faible amplitude et l'exactitude des résultats doit être cherchée dans la précision des lectures au microscope de tracés présentant une grande finesse.

» Le tracé ci-contre, agrandi trente fois par photographie directe, a été obtenu dans une arme de guerre de petit calibre tirant sous la pression maximum de 2400^{kg} par centimètre carré un projectile avec la vitesse initiale de 620^{m}.



» Le ressort était constitué par un barreau d'acier fléchi par un piston soumis à la pression de l'arme. La demi-période du système élastique est de $\frac{1,01}{10\,000}$ de seconde, et l'on voit que ce système a enregistré statiquement une pression dont la durée de développement jusqu'au maximum est de $\frac{3}{10\,000}$ de seconde.

» Le dispositif d'enregistrement par lame vibrante sur un tableau enfumé ne diffère pas de celui que nous avons décrit dans une Communication précédente; mais le tracé fournit la courbe montante et descendante des pressions. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la décroissance de la température dans l'air avec la hauteur*. Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« On ne possède, jusqu'à ce jour, que peu de renseignements sur les lois de la décroissance de la température dans l'air avec la hauteur. Les observations de montagnes ne sont pas satisfaisantes à cet égard, car les stations supérieures et inférieures sont toujours dans des conditions topo-

graphiques très différentes, ce qui influe beaucoup sur la marche relative des températures. Des observations ont été faites à plusieurs reprises sur des tourelles ou sur des mâts; la distance au sol est alors trop faible.

» Il était tout indiqué d'utiliser la tour Eiffel pour des recherches de ce genre. Trois thermomètres enregistreurs Richard y ont été installés, à la fin de 1889, sous des abris convenables, un peu au-dessus de la seconde plate-forme, à la plate-forme intermédiaire et au sommet, respectivement à 123^m, 197^m et 302^m au-dessus du sol. Les courbes des enregistreurs, contrôlées plusieurs fois par semaine au moyen d'observations directes, ont été dépouillées, heure par heure, et comparées ensuite aux nombres obtenus au parc Saint-Maur, à 2^m au-dessus du sol.

» Nous indiquerons ici les résultats obtenus dans les deux premières années 1890 et 1891; comme ils sont absolument concordants pour les mois correspondants de ces deux années, nous ne donnerons, pour abréger, que les moyennes et même, au lieu du détail des observations horaires, nous nous bornerons à considérer deux périodes de quatre heures chacune, l'une de minuit à 4^h du matin, l'autre de midi à 4^h du soir; ce sont les plus caractéristiques. Tous les nombres seront du reste publiés en détail dans les *Annales du Bureau central météorologique*.

» Le Tableau suivant contient, pour chaque mois, les températures moyennes obtenues dans les deux années 1890 et 1891, d'une part entre minuit et 4^h du matin, de l'autre entre midi et 4^h du soir, aux quatre altitudes indiquées plus haut.

Température moyenne.

	Entre minuit et 4^h du matin				Entre midi et 4^h du soir.			
	2^m.	123^m.	197^m.	302^m.	2^m.	123^m.	197^m.	302^m.
Janvier	1°,37	2°,05	1°,98	1°,59	4°,79	4°,07	3°,47	2°,74
Février	0,35	1,48	1,75	1,59	5,91	4,49	3,90	3,28
Mars	3,90	4,50	4,59	3,80	9,53	7,95	7,19	6,35
Avril	5,40	5,89	5,78	5,23	12,21	10,44	9,63	8,83
Mai	9,63	10,39	10,33	9,65	16,95	15,38	14,37	13,60
Juin	12,09	13,22	13,32	12,40	20,16	18,33	17,39	16,62
Juillet	13,30	14,02	14,02	13,13	20,22	18,76	17,75	17,02
Août	12,97	13,97	14,19	13,41	20,64	19,24	18,40	17,60
Septembre	11,71	13,79	14,29	13,77	20,11	18,98	18,17	17,25
Octobre	8,07	9,61	10,22	9,66	14,20	13,28	12,55	11,55
Novembre	4,25	4,68	4,66	4,24	7,71	6,77	6,26	5,38
Décembre	— 0,30	0,27	0,27	— 0,02	2,96	2,19	1,83	1,04

» *Variation de la température pendant la nuit.* — Dans tous les mois sans exception, la température commence par augmenter à mesure que l'on s'éloigne du sol; elle passe par un maximum à une hauteur variable, mais qui est en moyenne de 170^m. La différence entre la température maximum et celle qu'on observe à 2^m du sol, est, en moyenne, de 1°,1; elle est le plus faible en hiver et au printemps (0°,7) et atteint sa plus grande valeur en automne (2°,1 en octobre et 2°,6 en septembre).

» Cette inversion de température, qui avait été signalée, à titre exceptionnel, dans les stations de montagnes, apparaît ici comme le phénomène normal dans les observations faites à l'air libre. L'explication en est, du reste, bien connue : pendant la nuit, le sol se refroidit beaucoup par rayonnement; l'air, au contraire, dont le pouvoir émissif est très faible, se refroidit surtout, non par rayonnement, mais par le contact avec le sol. Les couches les plus basses doivent donc être les plus froides. A une distance suffisante, l'influence du sol cessant de se faire sentir, la température diminue quand la hauteur augmente, comme le veut la loi de la détente des gaz.

» La hauteur de 300^m n'est pas suffisante pour permettre de déterminer exactement la loi de décroissance de la température à partir du point où l'influence du sol cesse de se faire sentir. Si toutefois l'on construit, pour chaque mois, la courbe qui donne la variation de température avec la hauteur, on constate que l'inclinaison de la courbe à 300^m correspond à une variation de 0°,5 environ pour 100^m en hiver, de 0°,6 en automne, de 0°,7 au printemps et de 0°,8 en été.

» *Variation de la température pendant la journée.* — Dans la journée, la température décroît régulièrement à mesure que l'on s'éloigne du sol; on peut donc prendre la moyenne des températures obtenues aux deux stations intermédiaires, ce qui donne la température exactement à 160^m du sol; en comparant ces nombres à ceux des deux stations extrêmes, on aura la décroissance moyenne de la température, d'une part entre le sol et 160^m, de l'autre entre 160^m et 302^m. On obtient ainsi le Tableau suivant :

Décroissance moyenne de température pour 100^m.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Entre le sol et 160^m.....	0°,65	1°,09	1°,24	1°,37	1°,32	1°,46	1°,25	1°,15	0°,97	0°,82	0°,75	0°,60
Entre 160^m et 302^m......	0,73	0,64	0,86	0,85	0,89	0,87	0,87	0,86	0,94	0,96	0,80	0,68

» La loi de la détente adiabatique des gaz indique que l'équilibre n'est

stable dans l'atmosphère qu'autant que la décroissance de la température y est inférieure à 1° pour 100^m. Cette condition est toujours remplie en moyenne au-dessus de 160°; mais elle cesse de l'être au-dessous depuis février jusqu'en septembre. Dans tous ces mois, les couches les plus basses de l'atmosphère doivent donc être, au milieu du jour, le siège de courants ascendants. On avait admis l'existence de ces courants pour expliquer différents phénomènes, comme la variation diurne de la tension de la vapeur d'eau et de la vitesse du vent, telles qu'on les observe près du sol. Les observations de température que nous venons de discuter justifient cette hypothèse pour ce qui concerne les couches inférieures de l'atmosphère, en montrant que les conditions thermiques y sont telles, dans les heures les plus chaudes de la journée, que des courants ascendants s'y produisent nécessairement.

» Nous n'avons considéré, dans ce qui précède, que les lois de la décroissance moyenne de la température avec la hauteur; il y aura lieu ultérieurement de rechercher ce qui se produit dans des conditions particulières intéressantes, tempêtes, orages, etc. »

PHYSIQUE. — *Sur la température de l'arc électrique*. Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Mascart.

« I. J'ai expérimenté sur l'arc électrique produit dans des conditions très variées, depuis 10 ampères et 50 volts jusqu'à 400 ampères et 85 volts, consommant de 500 à 34000 watts, c'est-à-dire de 0,7 à 46 chevaux-vapeur. Les expériences ont été effectuées au moyen d'une excellente machine à courant continu que m'a gracieusement prêtée la compagnie Edison.

» M. Tresca m'a aidé avec son habileté et son obligeance bien connues; je lui suis d'autant plus reconnaissant qu'aux puissances que nous avons atteintes les expériences deviennent trés pénibles : on ne sait plus comment préserver le visage et principalement les yeux.

» Cependant, et c'est là le premier fait sur lequel je me permets d'appeler l'attention de l'Académie, surtout à cause de l'étendue des limites dans lesquelles j'ai opéré, l'intensité intrinsèque, l'éclat de la plage positive est identiquement le même pour ces arcs de puissances si différentes. Les mesures que j'ai prises avec mon spectrophotomètre en diverses régions du spectre ne laissent aucun doute sur ce point, non plus que les photographies que j'ai obtenues.

» Il résulte de là que la température du charbon positif, ainsi que celle des particules de carbone contenues dans l'arc, est constante, quelle que soit la dépense d'énergie. C'est donc la température de volatilisation du carbone.

» II. J'ai entrepris de la mesurer. A cet effet, j'ai produit l'arc à 400 ampères entre deux charbons de grosseur telle que, après cinq ou six minutes de chauffe, l'extrémité positive présentât sur une longueur de près de 1^{cm} l'éclat qui caractérise la température limite. On avait d'ailleurs pratiqué d'avance sur le charbon positif un évidement à 2^{cm} environ de l'extrémité et, quand, par suite de l'usure du charbon, il ne restait plus à cette extrémité qu'un bouton d'éclat bien homogène, un choc détachait ce bouton et le faisait tomber dans un calorimètre disposé comme pour mes expériences sur les métaux réfractaires. Je rappellerai seulement que le corps chaud tombe dans un petit vase cylindrique en cuivre placé au milieu de l'eau du calorimètre. J'avais mis au fond de ce vase un disque de graphite; un autre disque était jeté vivement sur le bouton de charbon dès que celui-ci était tombé dans le vase, puis on appliquait sur le vase son couvercle; la chaleur apportée était alors très aisément mesurée suivant le procédé habituel. Avec l'enceinte due à M. Berthelot et un système d'écrans en carton d'amiante, on peut se préserver à peu près complètement du rayonnement de l'arc et, en tous cas, réduire assez la correction provenant de ce fait pour que deux expériences à blanc, exécutées avant et après la mesure, permettent de l'évaluer exactement. La perte de chaleur éprouvée par le bouton dans sa chute est d'ailleurs nécessairement très faible, l'ouverture du petit vase étant amenée à 10^{cm} environ des charbons, et le bouton, grâce au choc, franchissant rapidement ce court espace au milieu de la vapeur de l'arc.

» J'ai trouvé ainsi que la quantité de chaleur abandonnée par 1^{gr} de charbon, ou, ce qui revient au même, la quantité de chaleur nécessaire pour porter 1^{gr} de graphite de 0° à la température de volatilisation du carbone est de 1600 calories (gramme, degré centigrade). Or, d'après les expériences de Weber et de Dewar, il faut environ 300 calories pour chauffer 1^{gr} de graphite de 0° à 1000°. Il reste 1300 calories attribuables à l'échauffement depuis 1000° jusqu'au point de volatilisation du carbone. Si nous admettons qu'au-dessus de 1000° la chaleur spécifique du graphite ait sa valeur théorique 0,52, ces 1300 calories représentent 2500°, de sorte que la température cherchée est 3500°.

» Telle est la température de la partie la plus chaude du charbon positif ainsi que de l'arc, ou la température de volatilisation du carbone.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les conséquences de ces faits rapprochés des mesures photométriques que j'ai faites par la vision directe et la photographie.

» J'ai voulu dès aujourd'hui établir l'existence d'un nouveau point fixe et déterminer, autant que possible, la position de ce point dans l'échelle des températures. »

Remarques sur les hautes températures et sur la vaporisation du carbone;
par M. **Berthelot.**

« Les expériences de M. Violle sur la température de l'arc électrique sont d'une grande importance pour les chimistes et pour les physiciens. Peut-être ne sera-t-il pas inutile d'en accroître encore l'intérêt, en en montrant l'accord avec certaines données, observées il y a quelques années par M. Vieille et par moi, dans nos études sur les mélanges gazeux explosifs. Nous y avons établi l'existence de températures effectives voisines de 4000° et même de 4500°, par la mesure des pressions développées à volume constant, dans la combustion des mélanges de cyanogène et d'oxygène par exemple (¹); la méthode de calcul (²) qui permet d'en déduire les températures, ou plus exactement des limites qui les comprennent, est indépendante de toute hypothèse, ou mesure directe, fondée sur les chaleurs spécifiques. On remarquera que les températures les plus élevées, qui aient été observées dans nos expériences, surpassent celle de l'arc électrique, laquelle est voisine de 3500°, d'après M. Violle. Cette dernière température est nécessairement définie, comme ce savant le fait observer avec raison, par la volatilisation du carbone. Or certains essais de M. Vieille rendaient probable, vers 3200°, l'existence d'une notable tension de la vapeur du carbone. La concordance entre les résultats obtenus par des voies si différentes doit être notée.

» Elle mérite une attention d'autant plus grande que le phénomène de la vaporisation du carbone n'est point d'ordre purement physique. Ainsi que j'ai eu occasion de l'établir, le carbone, dans son état actuel, n'est pas comparable par sa constitution aux éléments tels que l'oxygène, l'hydrogène ou l'azote, auxquels il se trouve associé dans des combinaisons gazeuses.

» Le carbone, dans son état actuel, représente un corps polymérisé,

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 6ᵉ série, t. IV, p. 59.
(²) Même Recueil, 5ᵉ série, t. XII, p. 309; 1877.

limite de condensation des carbures d'hydrogène, ou autres composés carbonés.

» Pour le réduire en gaz, dans son état monomoléculaire, il faut donc lui restituer à la fois l'énergie perdue dans cette polymérisation, — ce qui représente un phénomène chimique, — et l'énergie nécessaire à la réduction physique en vapeur de l'élément monomoléculaire.

» Ces considérations, que j'ai développées dans mes Cours du Collège de France depuis 1865, et dans les *Annales de Chimie et de Physique* en 1869, tendent à déterminer la grandeur de l'énergie en vertu de laquelle le carbone gazeux intervient dans les réactions effectuées à haute température, énergie plus grande que celle du carbone solide : sa valeur serait égale ou supérieure à 68^{Cal} pour la formation de l'oxyde de carbone et à 136^{Cal} pour celle de l'acide carbonique. Cette valeur rend compte d'une multitude de phénomènes; par exemple, de la synthèse de l'acétylène par l'union directe de l'hydrogène et du carbone gazeux dans l'arc électrique. Les expériences de M. Violle, tendant à fixer vers 3500° le point d'ébullition (et de transformation) du carbone sous la pression atmosphérique, jointes à celles que nous avons faites, M. Vieille et moi, sur les mélanges gazeux explosifs, montrent qu'il s'agit de températures réalisables dans les réactions chimiques.

» Disons même que la tension de vapeur du carbone est déjà sensible et, par conséquent, susceptible d'intervenir, à des températures beaucoup plus basses. On sait, en effet, que cette vapeur est manifestée par l'analyse spectrale, non seulement dans l'étincelle ou dans l'arc électrique, mais dans la combustion opérée au sein de l'atmosphère, sous pression ordinaire : on l'observe notamment à la base des flammes hydrocarbonées [1]; là où la température paraît voisine de 2000°, toujours d'après des déterminations de pression, faites sur les mélanges explosifs et indépendantes de toute hypothèse sur les chaleurs spécifiques.

» L'ensemble de ces résultats tend donc à faire rentrer dans les limites des observations ordinaires des physiciens et des chimistes un ensemble de phénomènes, qui avaient été jusqu'ici rendus obscurs par les évaluations exagérées des températures de l'arc électrique. Ces températures peuvent être atteintes, je le répète, et même dépassées, dans des réactions d'ordre purement chimique.

» A la vérité, il ne serait pas facile de communiquer la température d'un

(1) A moins qu'il ne s'agisse alors d'un état monomoléculaire gazeux et instable du carbone.

mélange gazeux explosif à un corps placé dans le vase qui contient ce mélange; mais un chalumeau alimenté par le cyanogène et l'oxygène, dans les proportions correspondantes à la formation de l'oxyde de carbone, fournirait, sous pression constante, une flamme possédant une température voisine de 3500°, d'après nos déterminations de chaleurs spécifiques ([1]). On irait sans doute bien au delà par les températures développées dans la compression brusque des gaz, si l'on réussissait à opérer sur des volumes assez considérables pour se mettre à l'abri de l'influence refroidissante des parois. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'égalité des vitesses de propagation de l'ondulation électrique dans l'air et le long de fils conducteurs, vérifiée par l'emploi d'une grande surface métallique.* Note de MM. **Ed. Sarasin** et **L. de la Rive**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une première série de recherches sur la propagation des ondes électriques hertziennes à travers l'air ([2]), nous étions arrivés à la conclusion que la vitesse de propagation de ces ondes dans l'air est sensiblement la même que celle avec laquelle elles se transmettent le long de fils conducteurs. La belle expérience de M. Hertz, que nous nous étions bornés à reproduire dans des conditions presque identiques à celles qu'il a décrites, consiste, on le sait, à faire arriver les ondulations électriques normalement sur une grande surface métallique plane, et à observer, à l'aide d'un résonateur circulaire, transporté le long de la normale au centre du miroir, les interférences de l'onde directe et de l'onde réfléchie. La paroi métallique faisant l'office de miroir, dans ces premières recherches, avait presque les mêmes dimensions que la paroi employée par M. Hertz luimême, soit $2^{m},80$ sur 3^{m}, trop petites cependant pour permettre l'observation de plus d'un nœud en avant du miroir, avec des résonateurs de 50^{cm} de diamètre et au-dessus.

» Nous avons agrandi notre miroir autant que le permettaient les dimensions de notre laboratoire, en portant sa largeur à 5^{m}. Nous avons ainsi

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. IV, p. 68 et 69. Il faut augmenter de 2 unités les chaleurs spécifiques moléculaires à volume constant, pour passer aux nombres relatifs à la pression constante.

([2]) *Comptes rendus,* séance du 31 mars 1891.

amélioré les conditions de l'expérience pour des petits cercles de 35^{cm} et au-dessous; mais nous n'avons pas gagné grand'chose pour les plus grands.

» La démonstration expérimentale de l'égalité des deux vitesses dans l'air et le long des fils n'était donc pas tout à fait suffisante pour de grandes longueurs d'onde, et il était désirable, comme l'a dit M. Hertz lui-même (¹), qu'elle fût faite d'une manière définitive, par des expériences à beaucoup plus grande échelle, avec un miroir de dimension assez considérable pour permettre, avec le cercle de 75^{cm}, l'observation de plusieurs ventres et nœuds d'interférence. Ce sont ces conditions que nous avons réalisées de notre mieux, dans la nouvelle série de recherches que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» La difficulté était de trouver un local suffisamment grand : nous avons pu l'obtenir grâce à l'obligeance de l'Administration de la ville de Genève, qui a mis à notre disposition un espace, libre encore, dans la grande halle où sont installées les turbines des *forces motrices de Genève*.

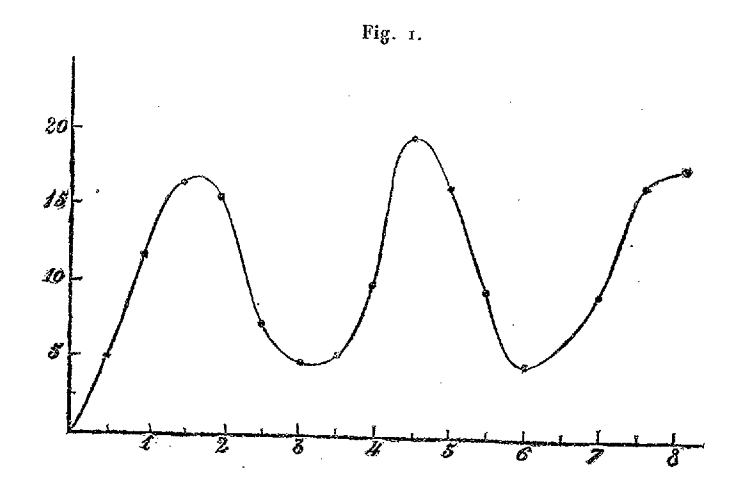
» Nous avons fait monter contre un des murs du bâtiment une grande paroi métallique, de 8^{m} de haut sur 16^{m} de large, formée de feuilles de zinc de 2^{m} sur 1^{m} clouées les unes aux autres à recouvrement sur un châssis en bois. Pour permettre l'observation des étincelles secondaires le long de la normale au centre de ce miroir, c'est-à-dire à 4^{m} de hauteur, nous avons fait établir en avant de celui-ci un pont de 10^{m} de long et $1^{m},50$ de large, supporté sur trois chevalets et surmonté d'une construction légère en lattes recouvertes de papier noir, formant un couloir complètement obscur. Dans cette chambre noire est placé le banc d'optique en bois, précédemment décrit, dont la longueur a été portée à 9^{m} et le long duquel se déplacent les résonateurs, ayant leur centre constamment sur la normale au milieu du miroir. Le conducteur primaire est disposé, à 15^{m} de distance du miroir, sur un support élevé et en face du centre du miroir. Il est formé, comme précédemment, par deux tiges en laiton de 7^{mm} d'épaisseur, reliant deux sphères de 30^{cm} de diamètre.

» Le nouveau dispositif que nous avons précédemment adopté pour cet oscillateur, et qui consiste à produire l'étincelle primaire dans l'huile au lieu de l'air (²), a notablement facilité cette expérience en augmentant beaucoup, comme nous l'avons dit, l'intensité de l'étincelle secondaire, soit comme éclat, soit comme longueur, et en permettant par ce fait des

(¹) *Lumière électrique*, t. XLI, p. 252.
(²) *Comptes rendus*, séance du 19 septembre 1892.

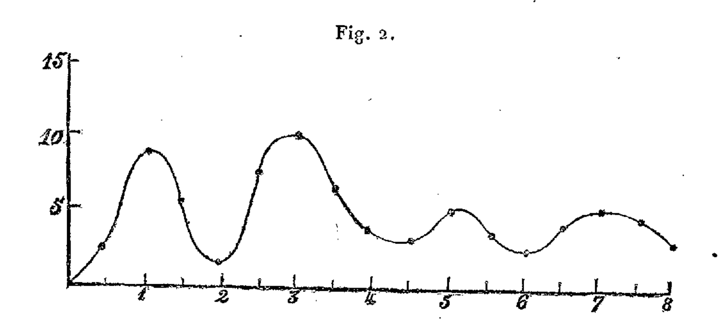
mesures micrométriques de la distance explosive. Les résonateurs avec lesquels nous avons successivement opéré étant munis chacun d'une vis micrométrique, dont le pas est de $\frac{1}{4}$ de millimètre et qui porte un cercle en bois divisé en 25 parties, nous pouvons lire directement le $\frac{1}{100}$ de millimètre. Nous mesurons de la sorte, à intervalles égaux, à partir du miroir, la grandeur qu'il faut donner à l'interrupteur du micromètre pour que l'étincelle cesse complètement de se produire. Prenant ensuite comme abscisses les distances au miroir, comme ordonnées les lectures correspondantes de la vis, nous traçons des courbes comme celles que nous reproduisons ici et qui ont été obtenues, celle de la *fig.* 1 avec le cercle

Fig. 1.



de $0^m,75$, celle de la *fig.* 2 avec le cercle de $0^m,50$; les abscisses sont données en mètres; les ordonnées, en centièmes de millimètre.

Fig. 2.



» Ces deux cercles, qui ne nous avaient présenté que des résultats insuffisants avec les miroirs de 3^m et de 5^m, et sur lesquels, à cause de cela,

nous avons surtout fait porter nos nouvelles recherches, nous ont donné, avec le grand miroir de $0^m,16$, des résultats tout à fait comparables aux résultats obtenus avec des cercles plus petits dans nos expériences antérieures. Nous avons déduit la longueur d'onde correspondant à chaque résonateur, soit de l'observation des ventres et des nœuds dans les deux positions principales du cercle parallèle au miroir (dans le plan de l'onde) ou horizontal (dans le plan de vibration), soit du tracé de la courbe des intensités croissante et décroissante des étincelles secondaires.

» La question d'égalité de vitesse dans l'air et dans les fils nous paraît définitivement tranchée par l'emploi du miroir à grandes dimensions. Le cercle de $0^m,50$ nous a, en effet, donné trois ventres et trois nœuds très nets; le cercle de $0^m,75$, trois ventres et deux nœuds également nets; les moyennes de nombreuses mesures donnent très approximativement, pour ces deux cercles :

	1er ventre.	1er nœud.	2e ventre.	2e nœud.	3e ventre.	3e nœud.
	m	m	m	m	m	m
Cercle de 50 cm......	1	2	3	4	5	6
Cercle de 75......	1,50	3	4,50	6	7,50	»

ce qui représente des internœuds identiques à ceux que nous avions obtenus pour les mêmes cercles le long des fils. Ainsi se trouvent pleinement confirmées, pour les grandes longueurs d'onde aussi, les conclusions auxquelles nous étions arrivés dans nos premières recherches :

» *Le résonateur circulaire a une longueur d'onde constante, quelles que soient les dimensions de l'oscillateur; l'intensité de l'oscillation seule varie.*

» *Le quart de la longueur d'onde d'un résonateur circulaire est très approximativement égal au double de son diamètre.*

» *Dans le cas de la réflexion normale, le premier nœud est exactement au miroir.*

» Enfin, comme résultat principal :

» *La vitesse de propagation de l'ondulation électrique est la même dans l'air et le long de fils conducteurs.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les réseaux de conducteurs électriques. Propriété réciproque de deux branches.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. Cornu.

« *Étant donné un réseau de conducteurs électriques, si une force électromotrice* E, *placée dans une branche* A *de ce réseau, produit dans une autre*

branche B *un courant d'intensité* i, *réciproquement, la même force électromotrice* E, *placée dans la branche* B, *produit dans la branche* A *un courant de même intensité* i.

» Ce théorème, dont on a fait une application bien connue au pont de Wheatstone, est démontré dans divers Ouvrages (*voir* MAXWELL, § 281), mais seulement pour le cas particulier où le courant reste constant dans chaque branche du réseau (régime permanent). Il s'étend au cas où le régime du courant est variable, ainsi que je l'ai démontré dans mon *Traite d'Électricité et de Magnétisme*, § 202. Mais on peut énoncer un théorème plus général encore, qui s'applique à un nombre quelconque de réseaux n'ayant entre eux aucune communication métallique et s'influençant réciproquement par induction électromagnétique.

» *Considérons un ou plusieurs réseaux de conducteurs, pouvant même contenir des condensateurs intercalés sur diverses branches. Si une force électromotrice* $E = f(t)$ *placée dans une branche* A *produit un courant d'intensité* $i = \varphi(t)$ *dans une branche* B (*appartenant soit au même réseau que* A, *soit à l'un des autres réseaux*), *réciproquement, la même force électromotrice* E, *placée en* B *et variant suivant la même loi* $f(t)$, *produira dans la branche* A *un courant* i *variant suivant la même loi* $\varphi(t)$.

» Voici la démonstration de ce théorème limitée au cas où les réseaux ne contiennent point de condensateurs :

» Dans le cas d'un réseau unique et du régime permanent, pour calculer la distribution du courant dans les diverses branches, il suffit d'appliquer un théorème connu de Kirchhoff ($\Sigma E = \Sigma R i$) à n circuits fermés convenablement choisis dans le réseau (par exemple, si le réseau est un pont de Wheatstone, on a trois circuits fermés à considérer : $n = 3$). On peut du reste regarder la distribution du courant dans les diverses branches, comme résultant de la superposition de n courants d'intensités i_1, i_2, ..., i_n, parcourant respectivement ces n circuits 1, 2, ..., n. L'application du théorème de Kirchhoff au circuit fermé, numéroté h, donne l'équation

$$R_{h1} i_1 + R_{h2} i_2 + \ldots + R_{hh} i_h + \ldots + R_{hn} i_n = E_h,$$

E_h désignant la somme des forces électromotrices existantes dans ce circuit h, R_{hh} la résistance totale des branches de ce circuit, et R_{hk} la résistance de la branche commune (s'il y a lieu) aux circuits h et k.

» Lorsque le régime du courant est variable, la même équation est encore exacte, à la condition de comprendre dans le terme E_h les forces

électromotrices d'induction, telles que $-\mathrm{M}_{hk}\dfrac{di_k}{dt}$ (force électromotrice induite dans les branches du circuit h par la variation du courant i_k) et $-\mathrm{M}_{hh}\dfrac{di_h}{dt}$ (due à l'induction du courant i_h sur lui-même). En mettant ces forces électromotrices en évidence, on écrira

$$\mathrm{R}_{h1}i_1+\mathrm{M}_{h1}\frac{di_1}{dt}+\ldots+\mathrm{R}_{hh}i_h+\mathrm{M}_{hh}\frac{di_h}{dt}+\ldots=\mathrm{E}_h,$$

ou, plus simplement,

$$\rho_{h1}i_1+\rho_{h2}i_2+\ldots+\rho_{hh}i_h+\ldots+\rho_{hn}i_n=\mathrm{E}_h,$$

en employant, pour abréger, la notation symbolique

$$\rho_{hk}=\mathrm{R}_{hk}+\mathrm{M}_{hk}\frac{d}{dt}.$$

Pour calculer $i_1, i_2, \ldots, i_n$, on appliquera cette équation successivement aux n circuits fermés, ce qui donnera le système d'équations différentielles

$$(1)\qquad\left\{\begin{array}{l}\rho_{11}i_1+\rho_{12}i_2+\ldots+\rho_{1n}i_n=\mathrm{E}_1,\\ \rho_{21}i_1+\rho_{22}i_2+\ldots+\rho_{2n}i_n=\mathrm{E}_2,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \rho_{n1}i_1+\rho_{n2}i_2+\ldots+\rho_{nn}i_n=\mathrm{E}_n,\end{array}\right.$$

auquel on ajoutera la condition initiale,

$$(2)\qquad i_1=i_2=\ldots=i_n=0,\qquad\text{pour } t=0,$$

» Si, au lieu d'un seul réseau, on en a plusieurs distincts, on appliquera de même le théorème de Kirchhoff à n' circuits fermés pris dans le premier réseau, à n'' circuits pris dans le second, etc.; et, si l'on pose $n=n'+n''+\ldots$, l'ensemble des n équations ainsi obtenues aura encore la forme (1). On remarquera que ρ_{hk} et ρ_{kh} sont identiques, de telle sorte que le déterminant symbolique

$$\Delta=\begin{vmatrix}\rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1n}\\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2n}\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \cdots & \rho_{nn}\end{vmatrix}$$

est symétrique, et que ses mineurs Δ_{hk} et Δ_{kh}, obtenus : l'un en supprimant

la ligne de rang h et la colonne de rang k, l'autre en supprimant la ligne de rang k et la colonne de rang h, sont identiques.

» Ceci étant, on peut supposer que l'on a choisi les n circuits fermés de telle sorte que la branche A appartienne seulement au circuit 1 et la branche B seulement au circuit 2. Alors, si le réseau ne contient que la force électromotrice $E = f(t)$, située dans la branche A, on devra poser

$$E_1 = E = f(t) \qquad E_2 = E_3 = \ldots = E_n = 0,$$

et il est facile de vérifier que l'intégrale des équations (1), en tenant compte des conditions initiales (2), est donnée par les formules :

$$(3) \qquad i_1 = \Delta_{11} u, \qquad i_2 = \Delta_{12} u, \qquad \ldots, \qquad i_n = \Delta_{1n} u,$$

u désignant une fonction définie par l'équation différentielle d'ordre n

$$\Delta u = E$$

et par les conditions initiales

$$u = \frac{du}{dt} = \ldots = \frac{d^{n-1} u}{dt^{n-1}} = 0 \text{ pour } t = 0.$$

» De même, si le réseau ne contient que la force électromotrice $E = f(t)$ placée dans la branche B, on devra poser

$$E_2 = E, \qquad E_1 = E_3 = \ldots = E_n = 0$$

et l'intégrale des équations (1) sera donnée par les formules

$$(4) \qquad i_1 = \Delta_{21} u, \qquad i_2 = \Delta_{22} u, \qquad \ldots, \qquad i_n = \Delta_{2n} u,$$

u désignant la même fonction que précédemment.

» L'une des formules (3) donne, pour l'intensité i_2 du courant dans la branche B (sous l'action de la force électromotrice E placée dans la branche A), l'expression $\Delta_{12} u$, tandis que l'une des formules (4) donne, pour l'intensité i_1 du courant dans la branche A (sous l'action de la force électromotrice E placée dans la branche B) l'expression $\Delta_{21} u$. Or ces deux expressions sont identiques et représentent une même fonction $\varphi(t)$, à cause de l'identité des facteurs Δ_{12} et Δ_{21}. Le théorème se trouve par là même démontré. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'affaiblissement des oscillations électro-magnétiques avec leur propagation et leur amortissement.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. Poincaré.

« Dans les expériences qui font l'objet de cette Note, j'ai essayé de vérifier la théorie émise par M. Poincaré [1] sur la variation de l'affaiblissement des oscillations hertziennes suivant le diamètre du fil qui sert à les conduire. Ce savant a montré que l'affaiblissement doit varier en sens inverse du diamètre du fil, et cela sans faire intervenir le fil lui-même, par la seule considération de l'énergie.

» Il y a peut-être une cause d'affaiblissement autre que la perte d'énergie par l'extérieur de la déformation : c'est celle due à ce fait que la déformation pénètre à une certaine profondeur dans le fil ; l'énergie y est dissipée probablement sous forme de chaleur, et cette perte, proportionnelle au périmètre du conducteur, peut varier avec la nature de celui-ci.

» Les expériences faites peuvent se diviser en deux groupes :

» Étude de l'affaiblissement : 1° pour des fils de même nature, de diamètres différents; 2° pour des fils de natures différentes, de même diamètre.

» L'appareil servant aux mesures était constitué de la manière suivante : un oscillateur Blondlot, dont les boules sont plongées dans de l'huile de vaseline, excité par une machine de Holtz, est relié par une extrémité du secondaire à un fil de cuivre de 6^{m} de longueur qui peut être rattaché à l'un des fils à essayer. Ceux-ci, de 11^{m}, sont tendus rectilignement et sont distants l'un de l'autre de 25^{cm} environ, de manière à ne pas s'influencer. La seconde extrémité de l'un quelconque peut être mise en communication avec un fil de cuivre de 23^{m} de longueur, replié en boucle à son extrémité, qui communique à une ligne de 100^{m} environ de longueur, reliée à l'oscillateur. Deux points en regard de la boucle sont attachés aux deux bornes d'un micromètre à étincelles, de capacité très faible, et la longueur de la boucle est telle que la distance explosive soit à peu près maxima.

» I. Les fils de même nature essayés ont été trois fils de cuivre rouge, dont les diamètres sont $0^{cm},52$; $0^{cm},24$; $0^{cm},02$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1229.

» Voici les résultats obtenus :

Diamètres.	Distances explosives.					
0,52	4,84	4,67	3,76	1,83	1,92	1,72
0,24	5,76	5,34	»	»	»	»
0,02	6,25	5,81	5,15	2,14	2,33	2,11

» La distance explosive est donc d'autant plus petite que le diamètre est plus grand.

» II. Deux fils de plomb et de cuivre de même diamètre ont été intercalés dans la ligne, pour étudier l'influence du métal.

	Diamètres.	Distance explosive moyenne.
Cuivre	0,20	9,30
Plomb	0,20	9,27

» Le plomb paraît affaiblir plus que le cuivre, résultat conforme à celui que M. Bjerknes (1) a récemment publié.

» Deux fils, l'un de fer, l'autre de cuivre, ont été essayés aussi ; ils ont donné les résultats suivants :

	Diamètres.	Distances explosives.				
Cuivre......	0,24	5,76	5,43	3,06	3,69	3,37
Fer.........	0,24	5,20	4,93	2,43	3,35	3,17

» La différence entre les fils de cuivre et de fer est, comme M. Bjerknes l'a également trouvé, beaucoup plus grande que ne le faisait prévoir celle qui existe entre les fils de cuivre et de plomb.

» Cet effet est sans doute dû à l'hystérésis, car il est à remarquer que, dans les conditions où je me suis placé, je mesure la différence entre les ordonnées maxima positive et négative de la courbe sinusoïdale amortie, qui représente en fonction du temps la force électromotrice en un point. L'effet de l'hystérésis est sans doute de déformer cette courbe en l'aplatissant.

» Pour vérifier cette hypothèse, j'ai mis un des pôles de la machine de Holtz et une des extrémités du micromètre au sol, et refait les mesures. Dans ces conditions, la distance explosive mesure le carré de la force électromotrice maxima.

(1) Bjerknes, *Wiedemann's Annalen*, septembre 1892, et *Lumière électrique*, t. XLVI, n° 45.

» Voici les nombres trouvés :

	Distances explosives.	
Cuivre	8,32	8,31
Plomb..................	8,28	8,28

» L'écart entre les fils de cuivre et de plomb est le même :

Cuivre.........	4,83	2,20	1,94	1,89
Fer............	4,73	2,19	1,92	1,89

» Pour le fer, l'écart a énormément diminué quoique existant encore. Ce résultat est dû sans doute à ce que l'hystérésis entrait ici beaucoup moins en jeu. L'écart entre les fils de même nature et de diamètres différents est d'ailleurs le même avec cette disposition qu'avec l'autre :

	Diamètre.		
Cuivre........	0,52	5,70	3,72
»	0,02	7,13	4,54

» *Ainsi : d'une part, la loi de l'affaiblissement est analogue à celle qu'avait indiquée M. Poincaré. D'autre part, les métaux non magnétiques ont une influence faible mais certaine,* celle qu'avait trouvée M. Bjerknes; *le fer* (comme le montrent les recherches de ce savant) *présente des phénomènes particuliers* que j'espère pouvoir étudier en détail. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination des coefficients de self-induction, au moyen des oscillations électriques.* Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Lippmann.

« On a proposé ([1]) d'utiliser les oscillations électriques à la mesure des coefficients de self-induction en employant la formule

$$T = 2\pi\sqrt{CL}$$

et en mesurant la durée T d'une oscillation et la capacité C du condensateur employé. Cette méthode suppose essentiellement l'exactitude des principes sur lesquels on s'est appuyé pour établir l'équation en question. Or, parmi ces principes, se trouve celui-ci, que l'on admet en général sans discussion : il existe, même pendant la période variable, un rapport con-

([1]) Mascart et Joubert, t. II, p. 577.

stant (capacité) entre la charge d'un condensateur et la différence de potentiel de ses armatures. Cette loi n'a rien d'évident, et il est même probable, comme j'espère le montrer prochainement, que, au moins dans le cas des diélectriques solides, elle se trouve en contradiction directe avec l'expérience; ces diélectriques présentent des phénomènes tout à fait analogues à l'hystérésis magnétique, par suite desquels, à différence de potentiel égale, la charge est plus petite pour les différences de potentiel croissantes que pour les différences de potentiel décroissantes. On serait donc conduit à rejeter, pour l'application de la méthode, les condensateurs à diélectrique solide et à employer les condensateurs à air. Mais, outre que des objections analogues, tenant soit à l'hystérésis, soit à la viscosité diélectrique de l'air (¹), peuvent encore être faites dans ce dernier cas, les condensateurs à air que l'on peut pratiquement employer ont toujours une capacité assez faible, ce qui diminuerait la période des oscillations et compliquerait inutilement les expériences.

» Je me propose de montrer qu'il est possible d'obtenir une bonne détermination des coefficients de self-induction au moyen d'oscillations à période relativement lente (quelques dix-millièmes de seconde) produites par un condensateur à diélectrique solide (mica), et cela sans faire aucune hypothèse, en se fondant sur la définition même du coefficient à mesurer.

» Soient AB la bobine dont on veut mesurer le coefficient de self-induction, BC une résistance sans self-induction placée en série avec elle. Supposons, pour simplifier, que AB et BC aient une résistance égale r. On produit dans ABC un courant oscillatoire quelconque, et l'on mesure, par la méthode que j'ai indiquée antérieurement (²), les différences de potentiel simultanées e_1 et e_2 qui existent : 1° entre A et B; 2° entre B et C. Ces différences de potentiel sont proportionnelles aux impulsions y_1 et y_2 du galvanomètre balistique employé. On a donc

$$ky_1 = e_1, \qquad ky_2 = e_2.$$

Mais on a, en appelant i l'intensité du courant au temps t,

$$e_1 = ri + \mathrm{L}\frac{di}{dt}, \qquad e_2 = ri,$$

(¹) Trowbridge et Sabine, *Phil. mag.*, 5ᵉ série, t. XXX, p. 323.
(²) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 875.

ou

$$ky_1 = n + L\frac{di}{dt}, \qquad ky_2 = n.$$

» Retranchons membre à membre, et remplaçons $\frac{di}{dt}$ par $\frac{k}{r}\frac{dy_2}{dt}$, il vient

$$L = r\frac{y_2 - y_1}{\frac{dy_2}{dt}}.$$

C'est cette relation que nous allons utiliser pour la détermination de L.

» Construisons les courbes y_1 et y_2 en prenant pour abscisse la variable donnée directement par l'appareil, c'est-à-dire la division x correspondante du micromètre. Nous écrirons alors

$$L = r\frac{y_2 - y_1}{\frac{dy_2}{dx}\frac{dx}{dt}} = r\frac{y_2 - y_1}{a\frac{dy_2}{dx}};$$

$\frac{dx}{dt} = a$ a une valeur constante qu'il est facile de mesurer : soient d la distance de la came du disjoncteur au centre, obtenue à la machine à diviser; n le nombre de tours par seconde, on a, en observant qu'une division du micromètre équivaut à $0^{cm},002$,

$$a = \frac{dx}{dt} = 1000\pi\, dn,$$

a est donc connu. Il suffirait donc maintenant de mesurer sur les courbes les valeurs simultanées de $y_2 - y_1$ et de $\frac{dy_2}{dx}$. Cette méthode comporterait assez peu de précision; nous emploierons de préférence l'artifice suivant :

» Observons que, la fraction $\frac{y_2 - y_1}{\frac{dy_2}{dx}}$ devant rester constante, au maximum de son numérateur correspond nécessairement le maximum de son dénominateur. Il nous suffira donc de chercher d'une part le maximum de $y_2 - y_1$, de l'autre le coefficient angulaire maximum de la tangente à la courbe y_2, c'est-à-dire le coefficient angulaire de la tangente au point d'inflexion. La courbe y_2, dans les environs de ce point, se confondant sensiblement avec une ligne droite, cette mesure pourra se faire graphiquement avec une grande précision. Nous obtenons ainsi deux valeurs simultanées de $y_2 - y_1$ et de $\frac{dy_2}{dx}$, sans avoir à nous préoccuper de savoir si

ces valeurs correspondent bien à une même abscisse : nous sommes d'ailleurs dans de bonnes conditions expérimentales, ayant à mesurer deux grandeurs dans le voisinage d'un maximum. L sera alors donné par la formule

$$L = r\frac{(y_2 - y_1)_{max}}{a\left(\frac{dy_2}{dx}\right)_{max}}.$$

» On voit que cette formule ne contient pas la capacité du condensateur employé et ne suppose même pas que le mot *capacité* ait un sens pendant la période variable; elle résulte uniquement de la définition du coefficient de self-induction.

» Voici quelques nombres obtenus par cette méthode :

Capacité du condensateur.	L.
mf	
0,1	0,63
0,1	0,65
0,1	0,64
0,2	0,67
0,2	0,64
0,3	0,66
Moyenne	0,65

» J'ai mesuré ce même coefficient par la méthode connue de Lord Rayleigh : j'ai retrouvé, comme moyenne de plusieurs déterminations concordantes, le même nombre 0,65, ce qui justifie la méthode indiquée. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Méthode Doppler-Fizeau. Formule exacte. Formule approchée. Évaluation de l'erreur commise.* Note de M. **H. de la Fresnaye**, présentée par M. Cornu.

« Un corps vibrant (sonore ou lumineux) et un observateur se meuvent dans l'espace. Deux ondes émanées du corps vibrant, la première en A, la seconde en A_1, parviennent à l'observateur en B et en B_1.

» On suppose rectilignes et uniformes, entre A et A_1, le mouvement du corps vibrant, entre B et B_1 celui de l'observateur. Soient :

v et v' les composantes suivant AB des vitesses des deux mobiles comptées positivement de A vers B,

V la vitesse (positive) du son dans l'air ou de la lumière dans l'éther supposés immobiles,

t le temps écoulé entre les émissions des deux ondes,

t' le temps écoulé entre leurs perceptions,

ε l'angle des deux rayons vecteurs AB, A_1B_1,

s une désignation abrégée de $A_1B_1(1 - \cos\varepsilon)$ qui devient un infiniment petit du second ordre lorsque l'angle ε devient lui-même un infiniment petit du premier ordre.

» Nous allons chercher quelles relations existent entre ces diverses quantités.

» Tout d'abord projetons perpendiculairement sur AB les points A_1 et B_1. Soient P et Q ces projections. Il est évident que $AP = vt$, $BQ = v't'$, $PQ = A_1B_1\cos\varepsilon$,

$$AQ = AP + PQ = AB + BQ = vt + A_1B_1\cos\varepsilon = AB + v't',$$

d'où

$$A_1B_1\cos\varepsilon - AB = v't' - vt.$$

» Observons d'un autre côté que la durée du parcours est pour la première onde (de A à B)

$$\frac{AB}{V},$$

pour la deuxième (de A_1 à B_1)

$$\frac{A_1B_1}{V}.$$

» D'où l'on voit sans peine que

$$t' = t + \frac{A_1B_1}{V} - \frac{AB}{V} = t + \frac{A_1B_1\cos\varepsilon - AB + s}{V}$$

ou

$$t' = t + \frac{v't' - vt + s}{V}.$$

» Résolue successivement par rapport à t, à v et à v', cette équation nous donne les formules

(1) $$\frac{t}{t'} = \frac{V - v'}{V - v} - \frac{s}{t'(V - v)},$$

(2) $$v - v' = (V - v')\left(1 - \frac{t'}{t}\right) + \frac{s}{t},$$

(3) $$v - v' = (V - v)\left(\frac{t}{t'} - 1\right) + \frac{s}{t'}.$$

» Dans les applications astronomiques, on se propose de déterminer $v - v'$ connaissant $\frac{t}{t'}$ et V.

» Les formules (2) et (3) résolvent exactement le problème, mais à la condition de connaître s et v ou v'.

» Ces quantités n'étant pas connues, on est forcé d'adopter pour $v - v'$ des valeurs approchées telles que

$$(4) \qquad w = V\left(1 - \frac{t'}{t}\right)$$

ou

$$(5) \qquad w' = V\left(\frac{t}{t'} - 1\right).$$

» Les erreurs commises sont alors

$$(6) \qquad w - (v - v') = v'\left(1 - \frac{t'}{t}\right) + \frac{s}{t}$$

dans le premier cas, et

$$(7) \qquad w' - (v - v') = v\left(\frac{t}{t'} - 1\right) + \frac{s}{t'}$$

dans le second.

» Vu la petitesse de ε, de $1 - \frac{t'}{t}$, de $\frac{t}{t'} - 1$, ces erreurs sont négligeables et l'on peut adopter indifféremment les valeurs w, w' ou leur moyenne $\frac{w + w'}{2} = V \times \frac{1}{2}\left(\frac{t}{t'} - \frac{t'}{t}\right)$.

» Si l'observateur et le corps vibrant se déplacent sur une même droite, la formule (1) devient

$$(8) \qquad \frac{t}{t'} = \frac{V - v'}{V - v}.$$

» Cette formule, qui suppose l'air (ou l'éther) immobile, sert de base à un travail présenté sous forme de Note à l'Académie des Sciences le 20 juin 1892 ([1]).

([1]) J'avais démontré la formule (8) dans le journal *La Nature* (7 mai 1892) *et communiqué mon article à l'auteur de la Note présentée le* 20 *juin suivant à l'Académie des Sciences.*

On doit une démonstration toute différente de cette même formule à M. Poulain (de la Compagnie de Jésus), qui la publia dans le *Cosmos* en décembre 1887.

» Dans cette Note, on lit ensuite :

« Si l'on suppose maintenant l'air en mouvement avec une vitesse a » en S au moment où le son se produit, et une vitesse a' en P au moment » où il est perçu, la formule (8) devient

$$(9) \qquad \frac{t}{t'} = \frac{V + a' - v'}{V + a - v} \text{ ».}$$

» Cette formule, qui peut s'écrire $t(V + a - v) = t'(V + a' - v')$, serait démontrée si l'on prouvait :

» 1° Que $V + a - v$ représente la longueur d'onde au départ ;

» 2° Que $V + a' - v'$ représente la longueur d'onde à l'arrivée ;

» 3° Que ces deux longueurs sont égales.

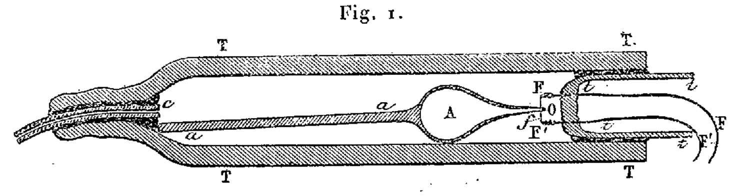
» [C'est ainsi qu'on démontre directement la formule (8).] Mais l'air étant animé de vitesses variables dans ses diverses parties [c'est le cas prévu par la formule (9)], on se rend compte aisément que la longueur de l'onde peut se modifier notablement dans son trajet du corps vibrant à l'observateur.

» La formule (9) doit donc, semble-t-il, être accueillie avec circonspection. Il en est de même des corollaires qui en sont déduits. »

MAGNÉTISME. — *Sur les propriétés magnétiques de l'oxygène à diverses températures*. Note de M. P. CURIE, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié les propriétés magnétiques de l'oxygène en suivant la méthode que j'ai récemment décrite ([1]). Pour remplir sous pression l'ampoule de verre qui sert dans ces expériences, on place cette ampoule A (*fig*. 1) dans un tube de verre aux parois très épaisses TT. On

Fig. 1.



comprime le gaz dans ce tube. L'extrémité effilée de l'ampoule étant ouverte en O, celle-ci se remplit d'oxygène ; on ferme ensuite l'orifice en

([1]) Voir *Comptes rendus*, 4 novembre 1892.

faisant rougir le fil de platine f à l'aide d'un courant électrique. On peut alors retirer l'ampoule en démastiquant le tube ttt (1).

» J'ai trouvé qu'à chaque température le coefficient d'aimantation de l'oxygène était constant, quelle que fût l'intensité du champ magnétique (pour des champs variant de 200 à 1350 unités C.G.S.).

» J'ai vérifié aussi qu'en faisant varier la pression de 5^{atm} à 20^{atm}, le coefficient d'aimantation spécifique (c'est-à-dire rapporté à l'unité de masse) ne variait pas d'une façon notable.

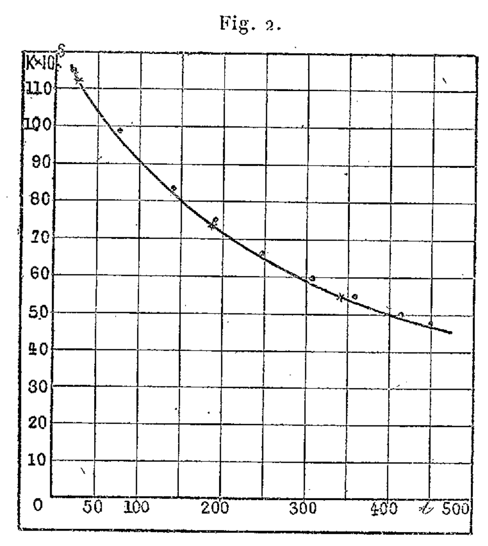
» J'ai obtenu comme rapport des coefficients d'aimantation d'une même masse d'oxygène et d'eau (— 145) à la température de 20°, soit

$$10^6 k_{20} = 115,$$

en adoptant la valeur $(-0,79 \times 10^6)$ pour le coefficient d'aimantation de l'eau (2), k étant le coefficient d'aimantation spécifique de l'oxygène.

» J'ai fait deux séries de déterminations à diverses températures. La pre-

Fig. 2.



mière, avec une ampoule en verre ordinaire, remplie d'oxygène à la pres-

(1) M. Perrot a déjà employé un artifice de ce genre. Voir *Annales de Chimie et de Physique*; 1888.

(2) La valeur que nous donnons est voisine de celles qu'avaient trouvées Becquerel et Faraday. Elle s'écarte de celle obtenue par Du Boys (*Ann. Wiedm.*, t. XXXV; 1888). La valeur de l'aimantation de l'oxygène à la pression de 1^{atm} rapportée au même volume d'eau est, d'après Becquerel — 0,182, d'après Faraday — 0,180, d'après Du Boys — 0,140, d'après mes expériences — 0,193 à la température de 20°.

sion de 5^{atm} [points (x) *fig.* 2]. La deuxième, avec une ampoule en verre dur, remplie d'oxygène à 18^{atm} [points (.) *fig.* 2].

» Cette dernière ampoule a été portée, sans accident, jusqu'à 450° (la pression devait être alors de 45^{atm}). On voit que le coefficient de variations de k, avec la température, est d'autant plus grand que la température est plus basse.

» J'ai représenté (*fig.* 2) la courbe donnée par la formule

$$10^6 k_t = \frac{33700}{273+t} = \frac{33700}{T}$$

(t étant la température et T la température absolue).

» Elle coïncide exactement avec les déterminations de la première série d'expériences. Les nombres de la deuxième série donnent des valeurs de k plus fortes de 1 à 2 pour 100 entre 200° et 350°. Ces différences rentrent dans les erreurs possibles des déterminations (¹).

» La loi de variation de k est donc extrêmement simple : *Entre* 20° *et* 450° *le coefficient d'aimantation spécifique de l'oxygène varie en raison inverse de la température absolue.*

» Ce résultat est important pour la théorie des phénomènes magnétiques. L'oxygène est, de tous les corps magnétiques, celui qui se présente à nous avec la constitution moléculaire la plus simple; il y a tout lieu de supposer que l'étude complète des propriétés de ce corps donnera les notions les plus claires sur la nature des phénomènes magnétiques.

» On peut calculer le coefficient d'aimantation de l'air en ne tenant compte que de l'oxygène qu'il contient. On a alors, pour le coefficient ($\varkappa$) d'aimantation en volume de l'air à la pression de 1^{atm},

$$10^6 \varkappa_t = \frac{2760}{T^2},$$

T étant la température absolue.

» On peut se servir de cette formule pour faire, à toute température, la correction nécessaire dans les déterminations magnétiques qui sont faites dans l'air (en admettant que la composition de l'air ne varie pas avec la température).

(¹) L'appareil de chauffage électrique que nous avons adopté présente de grands avantages; mais il a l'inconvénient de ne pas donner une température parfaitement uniforme. Ce défaut était la principale cause d'erreur dans nos expériences sur l'oxygène, dans lesquelles nous avons dû employer des ampoules assez volumineuses.

» Ce coefficient, relatif à 1^{cc} d'air, décroît avec une rapidité extrême quand la température s'élève. A 20°, il donne pour l'eau une correction de 4 pour 100. A 400°, la valeur du terme de correction est cinq fois plus faible pour un même volume. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du quartz aux basses températures.* Note de MM. **Ch. Soret** et **C.-E. Guye**, présentée par M. Cornu.

« Les recherches de M. Joubert, faites pour la lumière de la soude, entre — 20° et + 1500°, ont montré que le pouvoir rotatoire du quartz varie avec la température suivant une loi assez compliquée. Si φ_0 et φ_t sont les rotations produites à 0° et à t° par une même lame, le coefficient de variation moyen α, défini par la formule $\varphi_t = \varphi_0(1 + \alpha t)$, n'est pas constant, mais augmente très sensiblement avec t. M. Joubert a trouvé en effet pour ce coefficient moyen les valeurs : 0,000 136 entre — 20° et 0°; 0,000 149 entre 0° et + 100°; 0,000 190 entre 0° et 840°.

» Nous nous sommes proposé de faire quelques déterminations à des températures plus basses, et, après divers tâtonnements, nous avons adopté la disposition suivante.

» Une cuve de laiton, placée dans une caisse de bois remplie d'ouate, contenait environ 0^{lit},5 d'alcool, qu'il était facile de porter et de maintenir à une basse température en y mêlant peu à peu de la neige d'acide carbonique. La cuve était traversée horizontalement par un tube de laiton rempli d'alcool dans lequel on disposait le quartz et une résistance de platine servant de thermomètre. Ce tube, pourvu de glaces planes à ses deux bouts, se prolongeait en dehors de la caisse par deux tubulures de verre fermées extérieurement par une seconde paire de glaces et remplies d'air soigneusement desséché. On évitait ainsi toute condensation de givre sur les glaces; l'appareil gardait une transparence complète.

» Les rayons, émis par des étincelles d'induction jaillissant à la surface d'une solution de bromure de sodium, étaient concentrés par une lentille et, après s'être polarisés dans un prisme à pénombre de M. Cornu, tombaient sur la fente d'un collimateur, laquelle était aussi rapprochée que possible, et perpendiculaire à la ligne de jonction des deux moitiés du prisme. Ils traversaient ensuite le quartz, un analyseur de Foncault monté sur un cercle gradué, un système de prismes à vision directe, et arrivaient enfin, à la lunette d'observation pourvue en son foyer d'une fente qui permettait de compléter l'isolement des radiations du sodium.

» Le quartz dont nous nous sommes servis a, à 12°, une épaisseur de 59^{mm},375; c'est l'échantillon désigné par le n° 4 dans les recherches de MM. J.-L. Soret et Ed. Sarasin.

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

Résistance thermométrique.	Température.	Rotation totale.	Valeurs moyennes de α.
ohms 74,64	+22,7	1290° 6'	
62,67	−55,3	1276,53	0,0001326
74,02	+17,7	1289,11	
60,90	−71,5	1274,48	0,0001265

» On voit que, dans ces limites, le coefficient α continue à décroître à mesure que la température s'abaisse.

» La résistance de platine a été étudiée par comparaison avec un thermomètre étalon à mercure entre + 30° et 0°, et avec un thermomètre à air jusqu'à − 74°. Elle s'est montrée parfaitement comparable à elle-même, et les valeurs trouvées pour son coefficient de température sont :

0,001587	entre	+30°,32	et	+15°,30
0,002075	»	+15,30	»	+ 1,85
0,002202	»	−12,54	»	−32,51
0,002222	»	−32,51	»	−41,44
0,002290	»	−41,44	»	−60,52
0,002253	»	−60,52	»	−74,41

» Comme MM. Cailletet et Bouty, nous trouvons que ce coefficient augmente aux basses températures. Ses grandeurs absolues, pour notre fil formé de platine du commerce, sont d'ailleurs notablement inférieures à celles (0,00301 à 0,00342) que MM. Cailletet et Bouty ont obtenues pour le platine chimiquement pur. »

CHIMIE. — *Sur la fusion du carbonate de chaux.* Note de M. A. Joannis.

» Dans sa Note du 5 décembre, M. Le Chatelier fait, à propos de ma Communication du 28 novembre, quelques observations; je demande la permission d'y répondre.

» Dans une expérience où du carbonate de chaux précipité chimiquement et tassé légèrement avec une baguette de verre fut chauffé à 1020° pendant une heure, M. Le Chatelier a obtenu « une baguette agglomérée » de carbonate de chaux, de dureté analogue à celle de la craie, mais qui » était complètement *cristallisée* ». En même temps, la densité s'était élevée de 0,8 à 1,8. Cette agglomération, cette contraction et cette cristallisa-

tion démontreraient, d'après M. Le Chatelier, qu'il y a eu fusion pâteuse.

» J'ai obtenu aussi, avec le carbonate de chaux pur, des craies plus ou moins agglomérées, contractées et toujours cristallisées ([1]). (Expériences 1, 2 et 3). Mais, dans ma Note, j'ai conclu de ces résultats qu'il n'y avait pas eu fusion. Ce n'est que lorsque la substance était assez dure pour pouvoir être polie et taillée en lame mince (4e expérience sur le carbonate de chaux pur, expériences sur la craie) que j'ai admis la fusion. La matière obtenue avait alors une densité égale à 2,57. La faible différence existant entre cette densité et celle du marbre (2,7 en moyenne) s'explique aisément par la présence au sein de l'échantillon de petites cavités qui se voient très bien dans l'examen microscopique des lames minces. Pour ce qui est de l'agglomération et de la contraction, il faut observer que bien des substances présentent ces phénomènes quand on les chauffe, sans pour cela qu'on admette leur fusion. Quant aux phénomènes de cristallisation, je les ai observés sur tous les échantillons de craie que j'ai obtenus, mais sans y attacher d'importance et sans les signaler, parce que le carbonate de chaux précipité pur qui me servait présentait déjà, avant tout traitement, un aspect cristallin ([2]). Examinée au microscope entre deux nicols croisés, la presque totalité des parcelles constituant le précipité rétablissait la lumière. Ce n'est que dans la quatrième expérience que je signale l'existence de ces cristaux, parce que, dans la matière obtenue, ils présentaient un aspect différent ; ils semblaient réunis entre eux par un ciment blanc plus opaque.

» Enfin, M. Le Chatelier, page 1010 en note, dit que la plupart des expériences de Hall ont été faites sans l'intervention d'une pression étrangère, et que les chiffres de 300^{kg} et 400^{kg} par centimètre carré que j'ai cités doivent provenir d'une erreur du traducteur auquel j'ai emprunté ces données. Je n'ai pu me procurer le Mémoire original de Hall, mais les deux notes que j'ai citées ont été traduites par M. Pictet; une erreur de sa part est bien peu vraisemblable, d'autant plus que, en deux endroits différents,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 935. L'échantillon obtenu par M. Le Chatelier, après une heure de chauffe à 1020°, semble plus aggloméré que celui que j'avais obtenu à la température de fusion de l'or après un quart d'heure seulement et sans tassage.

([2]) Tel serait d'ailleurs, d'après la plupart des Traités de Chimie, l'état ordinaire du carbonate de chaux précipité. Je n'ai pu en obtenir d'amorphe ni par double décomposition, ni par l'action de l'acide carbonique sur l'eau de chaux.

Hall revient sur ces pressions qu'il exprime en unités différentes et ces valeurs s'accordent bien entre elles.

» Qu'il me soit permis de citer le passage suivant où le mot *minimum*, écrit en italiques, semble bien indiquer qu'il s'agit d'une condition indispensable à réaliser : « Après avoir ainsi établi la fusibilité du carbonate » calcaire sous une pression indéfinie, je cherchai à déterminer les limites » de cette pression et, en particulier, son *minimum*, de manière cependant » à produire l'effet désiré : dans ce but, j'ajoutai aux appareils que j'avais » déjà employés, celui dont le comte de Rumford avait fait usage pour con- » tenir et mesurer la force expansive de la poudre à canon. J'employai » une masse considérable qui reposait sur une petite cavité et dont je mo- » difiais à volonté la pression par un contrepoids. Je pouvais ainsi com- » primer le carbonate, pour ainsi dire, à un degré quelconque. En pro- » cédant ainsi, je trouvai qu'une pression équivalente à celle de 80^{atm}, » c'est-à-dire la même qui a lieu à environ un demi-mille de profondeur » en mer, était nécessaire pour qu'un effet quelconque de la compression » se manifestât sur le carbonate de chaux; et que, pour réussir au com- » plet, il fallait une force quatre ou cinq fois plus grande ».

» Dans une seconde Note, à propos d'une expérience où la température était plus élevée que dans la précédente, Hall donne même jusqu'à trois évaluations de la pression qu'il veut faire connaître; on y lit, en effet : « Enfin sous une pression de 173^{atm} égalant celle de 5700 pieds de » profondeur dans la mer, c'est-à-dire guère plus d'un mille de profon- » deur sous la mer, le carbonate de chaux peut se fondre complètement ».

» Il me semble donc toujours établi que tant qu'on ne dépasse pas la température de fusion de l'or, si l'on n'a recours, comme l'ont fait Hall et M. Le Chatelier, à des pressions étrangères, on n'arrive pas à *fondre* le carbonate de chaux; on le transforme simplement en une craie plus ou moins friable. Pour obtenir la fusion, en dehors de toute pression extérieure, il faut atteindre une température qui doit être notablement plus élevée. C'est ce qui me paraît nettement indiqué par la valeur élevée qu'a présentée dans mes expériences la tension des gaz dégagés. Cette tension, en effet, a dépassé 22^{atm}. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Composés ammoniacaux dérivés du sesquichlorure de ruthénium*. Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Troost.

« Le sesquichlorure anhydre de ruthénium peut être obtenu, comme je l'ai montré précédemment (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 291) :

» 1° En chauffant le métal très divisé dans un courant de chlore mélangé d'oxyde de carbone ;

» 2° En déshydratant à 360° le composé $Ru^2Cl^6 + 3H^2O$ qui résulte lui-même de la destruction d'un chlorhydrate de chlorure hydraté.

» J'ai établi ensuite que l'action ménagée de l'eau transformait le chlorure anhydre en un oxychlorure $Ru^2(OH)^2Cl^4$ dont la dissolution est bleu indigo.

» I. Le sesquichlorure anhydre absorbe le gaz ammoniac lorsqu'on le maintient pendant quelque temps, à la température ambiante, dans un courant de ce gaz desséché soigneusement. L'absorption est tout d'abord très rapide; la matière s'échauffe, augmente de volume et l'absorption ne devient complète que si l'on remédie à cette élévation de température en enveloppant de glace le tube où se fait l'opération.

» 100 parties du composé ammoniacal saturé contiennent 21,46 — 22,20 d'ammoniaque; la formation d'un composé

$$RuCl^3 - (AzH^3)^7 - RuCl^3$$

exigerait 22,24.

» Sans rechercher, pour le moment, s'il n'existerait pas d'autres composés intermédiaires dont la formation est rendue probable par les temps d'arrêt très nets que l'on constate dans la marche de l'absorption ou par les limites de saturation observées quand on fait varier la température de l'expérience, tels que

		Trouvé.
$Ru^2Cl^6(AzH^3)^3$	contenant 10,92 pour 100 d'ammoniaque.....	10,22
$Ru^2Cl^6(AzH^3)^5$	» 16,97 »	16,90

je m'occuperai plus particulièrement ici de l'action exercée par l'eau sur le chlorure le plus riche en ammoniaque $Ru^2Cl^6(AzH^3)^7$ et de l'action exercée par l'ammoniaque dissoute sur le sesquichlorure anhydre.

» II. L'action ménagée de l'eau sur le chlorure ammoniacal donne immédiatement une liqueur d'un rouge violacé très intense; mais la dissolution est incomplète; elle ne devient complète que si l'eau est saturée d'ammo-

niaque. De même, si l'on projette peu à peu le chlorure anhydre (le chlorure anhydre très divisé obtenu par l'attaque du métal en poudre fine par le mélange de chlore et d'oxyde de carbone convient plus particulièrement) dans une solution ammoniacale saturée à basse température, et si l'on maintient quelque temps le tout en digestion à 40°, on obtient une liqueur rouge très foncée qui laisse déposer par le refroidissement, si la concentration est convenable, de petites lamelles cristallines brunes avec reflets mordorés, jaunes par transparence.

» Il était naturel d'admettre que l'action de l'eau sur le chlorure ammoniacal ou la réaction de l'ammoniaque dissoute sur le sesquichlorure anhydre donneraient une réaction analogue à celle que l'eau exerce sur le sesquichlorure. Les petits cristaux bruns ont en effet la composition d'un oxychlorure ammoniacal $Ru^2(OH)^2Cl^4(AzH^3)^7 + 3H^2O$.

» La dissolution de ce sel est rouge par transparence, avec des reflets violets par réflexion; son pouvoir tinctorial est comparable à celui des plus riches matières colorantes d'origine organique; la soie est teinte en rouge brun par immersion simple. Une solution au $\frac{1}{10000}$ est d'un rouge intense et ne laisse plus passer que les rayons rouges et orangés; une solution au $\frac{1}{5000000}$ est encore nettement rose.

» La matière sèche est inaltérable à la lumière; mais la dissolution, surtout lorsqu'elle est exposée aux rayons solaires, se décolore lentement et laisse un dépôt brun de sesquioxyde. La destruction est rapide lorsqu'on la porte à l'ébullition; elle donne intermédiairement des produits violet rouge, violet noir, puis noirs, dont l'étude est fort difficile et qui résultent soit d'une perte en ammoniaque, soit de la substitution progressive des éléments de l'eau au chlore.

» La matière colorante est insoluble dans l'alcool qui la précipite de ses dissolutions; on a profité de cette propriété pour la purifier.

» III. L'acide chlorhydrique concentré donne, avec les dissolutions de l'oxychlorure ammoniacal, un précipité brun d'un chlorhydrate

$$Ru^2(OH)^2Cl^4(AzH^3)^7, HCl + 3H^2O$$

dont la dissolution étendue est jaune. En augmentant la dilution, on voit peu à peu la teinte jaune virer au rouge; une goutte d'ammoniaque ou d'un alcali fixe la fait immédiatement virer au rouge violet. Ces réactions sont bien en rapport avec les constitutions que j'assigne à l'oxychlorure et au chlorhydrate d'oxychlorure. Si le virage du jaune au rouge est très

sensible, il n'en est pas de même du virage inverse, qui ne se produit qu'au contact de l'acide concentré.

» Par double décomposition avec les sels d'argent, dans un milieu acide, le chlorhydrate d'oxychlorure donne des sels bien cristallisés, dont les dissolutions jaunes virent au rouge au contact des bases.

» L'oxychlorure ammoniacal et son chlorhydrate doivent être rapprochés des composés correspondants du ruthénium nitrosé $Ru.AzO.OH.Cl^2(AzH^3)^4$ et $Ru.AzO.OH.Cl^2(AzH^3)^4, HCl$, que j'ai fait connaître il y a deux ans. A cette époque, j'avais observé que la solution ammoniacale de l'oxychlorure nitrosé, soumise à l'ébullition prolongée, se colorait en rouge et j'avais admis alors que le composé perdait de l'ammoniaque, et formait par une réaction inverse sur AzH^4Cl le chlorure nitrosé primitif qui est rouge. Cette interprétation ne peut être admise, comme je l'ai vérifié depuis, et la couleur rouge est due à la formation de l'oxychlorure non nitrosé que je décris ci-dessus. Au contact de l'air, il y a réaction de l'ammoniaque sur le groupe AzO; mais cette réaction est très lente, et comme il suffit de traces de l'oxychlorure ammoniacal non nitrosé pour colorer les liqueurs, on conçoit que cette réaction ait pu tout d'abord passer inaperçue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iodosulfure de phosphore.* Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« On connaissait un chlorosulfure de phosphore, de la formule PCl^3S^2, le bromosulfure correspondant, ainsi que deux autres bromosulfures PBr^2S^3 et $PBrS^4$, ces derniers obtenus par M. Michaelis (¹). Les iodosulfures n'étaient pas connus.

» En étudiant les réactions de l'hydrogène sulfuré sur un certain nombre d'iodures, nous avons été amené à le faire réagir sur les iodures de phosphore, et nous avons pu ainsi préparer l'iodosulfure de phosphore P^2S^3I correspondant au biiodure.

» L'hydrogène sulfuré sec ne réagit pas à la température ordinaire sur l'iodure de phosphore; mais, en chauffant vers 110° ou 120°, on constate qu'il se dégage de l'acide iodhydrique. La réaction est assez lente, et demande à être prolongée pendant quarante ou cinquante heures, quand on opère sur quelques grammes de matière. De

(¹) Michaelis, *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. CLXIV, p. 9.

plus, il ne faut pas dépasser la température indiquée, pour éviter la décomposition de l'iodure de phosphore par la chaleur.

» Quand il ne se dégage plus d'acide iodhydrique, on laisse refroidir dans le courant d'hydrogène sulfuré, puis on traite la matière fondue par le sulfure de carbone qui la dissout aisément. On filtre, pour séparer une petite quantité de matières insolubles, et, par évaporation de la liqueur filtrée, dans un courant d'acide carbonique sec, on obtient des cristaux d'iodosulfure.

» La réaction est la suivante :

$$2\,PI^2 + 3\,HS = P^2S^3I + 3\,HI.$$

» Il se forme quelquefois un peu de trisulfure de phosphore cristallisé, qu'on sépare facilement par son insolubilité dans le sulfure de carbone.

» Le produit obtenu a été analysé en l'attaquant, en tube scellé, par l'acide nitrique en présence de nitrate d'argent, suivant la méthode de Carius : on recueille l'iodure d'argent formé; puis, dans la liqueur débarrassée de l'excès d'argent, on dose le soufre à l'état d'acide sulfurique par la baryte, et finalement le phosphore à l'état d'acide phosphorique par la liqueur magnésienne, après élimination de l'excès de baryte.

» Les résultats obtenus conduisent à la formule P^2S^3I.

» Cet iodosulfure se présente sous forme de prismes brillants assez volumineux, d'un jaune d'or, très biréfringents, à extinctions très obliques par rapport à l'axe d'allongement, probablement tricliniques.

» Ils sont inaltérables à l'air sec, et altérés lentement par l'air humide, avec dégagement d'acide sulfhydrique.

» Ils sont très solubles dans le sulfure de carbone, moins cependant que le sesquisulfure de phosphore; ils sont peu solubles dans la benzine, le chloroforme, encore moins solubles dans l'éther et l'alcool absolu.

» Chauffés à l'air, ils fondent vers 106°, en donnant un liquide visqueux, restant facilement en surfusion; vers 300°, ils s'enflamment en dégageant de l'iode, des fumées blanches d'anhydride phosphorique et de l'acide sulfureux.

» Chauffés à 300° dans le vide, ils se décomposent en abandonnant de l'iode et se transformant en sesquisulfure de phosphore.

» L'eau, à froid, n'a que peu d'action sur eux; à chaud, elle les décompose rapidement.

» L'acide nitrique fumant attaque avec violence l'iodosulfure de phosphore : il y a explosion et dégagement de lumière.

» On peut encore préparer cet iodosulfure par des réactions plus simples que celle indiquée au début : par exemple, en dissolvant dans le sulfure de carbone les quantités de soufre, de phosphore et d'iode correspondant à la formule, évaporant et

chauffant à 120° dans un courant de gaz inerte; le mélange fondu est ensuite repris par le sulfure de carbone.

» On n'a pas à craindre ici la réaction violente qui a lieu quand on chauffe ensemble au-dessus de 100°, du soufre et du phosphore, parce qu'une partie de la chaleur de combinaison du phosphore a été employée à donner de l'iodure de phosphore, dès la température ordinaire; le soufre réagit ensuite sur cet iodure, au delà de 100°, sans un dégagement de chaleur trop considérable.

» Enfin, on obtient immédiatement le produit précédent en faisant réagir l'iode sur le sesquisulfure de phosphore, dissous dans le sulfure de carbone. En opérant à équivalents égaux, on voit la solution d'iode perdre de sa couleur et, par simple évaporation, on obtient des cristaux d'iodosulfure.

» L'action de l'acide sulfhydrique sur le triiodure de phosphore nous a donné des produits complexes, suivant la température à laquelle on opère. Nous y reviendrons prochainement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du bismuth sur l'acide chlorhydrique.* Note de MM. **A. Ditte** et **R. Metzner**, présentée par M. Troost.

« Les divergences constatées dans les opinions des chimistes concernant l'action de l'antimoine sur l'acide chlorhydrique, se reproduisent au sujet du bismuth; or, la réaction :

$$\text{Bi} + 3\text{HCl} = \text{BiCl}^3 + 3\text{H} + [90,6 - 3.22.0] \qquad [+ 24,6],$$

diffère peu de celle qui concerne l'antimoine, et qui dégage $+ 25,4$, de sorte que les deux métaux doivent, à bien peu près, se comporter de la même manière, et c'est ce qui a lieu en effet; le bismuth n'est pas attaqué à froid par le gaz acide chlorhydrique et il ne l'est pas davantage à chaud quand on élève la température jusqu'au point où le verre commence à s'altérer. En présence de l'eau, avec une dissolution, soit concentrée, soit étendue, d'acide chlorhydrique, on n'observe jamais de dégagement d'hydrogène et les expériences que nous avons indiquées à propos de l'antimoine donnent le même résultat négatif quand on les répète avec du bismuth. Ici encore, il ne s'agit pas d'une réaction arrêtée par l'obstacle qu'apporte au contact entre le métal et le liquide la présence d'une couche gazeuse adhérente au bismuth; l'opération faite dans le vide, ou à la température d'ébullition, l'intervention de chlorures métalliques, capables d'être décomposés par le bismuth avec dépôt de métal pulvérulent, ne permettent pas de constater le moindre dégagement d'hydrogène.

» Il arrive cependant qu'on trouve du bismuth en dissolution dans la liqueur, et le fait tient, comme au cas de l'antimoine, à l'intervention de l'oxygène de l'air dont une certaine quantité existe toujours dans les liqueurs, si l'on n'a pas pris, pour l'en chasser, des précautions toutes spéciales. En effet, la réaction

$$2Bi+3O+6HCl=2BiCl^3+3H^2O+[2.90,6+3.58,2-6.22] \quad [+224,2],$$

qui dégage $+37^{Cal},3$ par molécule d'acide chlorhydrique, est tout à fait comparable à celle que donne l'antimoine placé dans les mêmes conditions et qui dégage $+37,6$; elle se réalise très facilement à froid avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique; elle rend très bien compte de ce fait, qu'en présence d'une liqueur contenant des traces d'oxygène le bismuth puisse se dissoudre en proportion plus ou moins considérable, sans que l'on observe pour cela la mise en liberté d'aucune trace d'hydrogène.

» La chaleur d'oxydation du bismuth, $+137^{cal},8$, suffit d'ailleurs à rendre compte de l'oxydation de ce métal au contact de l'atmosphère, et l'on sait, en effet, que l'irisation que ses cristaux présentent si souvent est due à la formation d'une mince couche d'oxyde à leur surface; abandonné dans de l'eau aérée, mais bien dépouillée d'acide carbonique, il se recouvre à la longue de petits cristaux d'oxyde de bismuth hydraté; mais, contrairement à ce qui se produit avec l'antimoine, ces derniers ne se dissolvent pas dans l'eau, et la liqueur ne se colore pas quand on la soumet à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré. Il en est tout autrement avec l'antimoine, et même il est à remarquer que le sulfure se présente alors sous un aspect particulier; un courant d'acide sulfhydrique, dirigé dans une solution froide d'oxyde antimonieux pur, la colore en jaune orangé plus ou moins foncé, mais ne donne lieu à aucun dépôt; le sulfure ainsi produit dans une liqueur étendue et exempte de toute substance étrangère est entièrement soluble dans l'eau et la dissolution orangée peut être conservée des semaines entières sans se troubler; il n'en est plus de même dès qu'on lui ajoute une goutte d'acide chlorhydrique, elle perd sa limpidité au bout de quelques instants et, après une douzaine d'heures, le sulfure précipité est rassemblé au fond du vase, pendant que la liqueur qui le surnage est devenue tout à fait incolore.

» On voit, en définitive, que le bismuth, comme l'antimoine, n'éprouve aucune action de la part de l'acide chlorhydrique, à la condition d'opérer à l'abri de toute trace d'oxygène; que la présence de celui-ci modifie la

réaction et entraîne la dissolution d'une quantité de métal correspondant à celle de ce gaz, et que la facilité plus ou moins grande avec laquelle le bismuth, l'antimoine et l'arsenic se dissolvent dans ces conditions est en relation immédiate avec la chaleur d'oxydation de ces trois corps. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la potasse et de la soude sur l'oxyde d'antimoine.* Note de M. **H. Cormimbœuf** [1], présentée par M. Troost.

Action d'une liqueur concentrée de potasse sur l'oxyde d'antimoine.

« Une solution concentrée de potasse peut, par son action sur l'oxyde d'antimoine, donner naissance à deux composés cristallisés, qui, renfermant l'acide et la base dans le même rapport pondéral 3 à 1, diffèrent par leur forme cristalline et par leur état d'hydratation.

» *Triantimonite de potasse anhydre.* — Une solution de 2 parties de potasse en plaques dans 2 parties d'eau, tenant en suspension 1 partie d'oxyde d'antimoine précipité, donne naissance, après quelques instants d'ébullition, à des cristaux ayant la forme de prismes orthorhombiques, doués d'une vive action sur la lumière polarisée. Séparés de l'eau mère encore bouillante et égouttés sur de la porcelaine dégourdie, ces cristaux ont présenté à l'analyse une composition qui correspond à la formule $KO, 3SbO^3$.

» Ce composé est facilement décomposable par l'eau froide; exposé à l'air, il se convertit rapidement en carbonate de potasse et oxyde d'antimoine.

» *Triantimonite de potasse hydraté.* — Si, dans une lessive de potasse de même concentration que la première, maintenue en ébullition, on ajoute de l'oxyde d'antimoine par petites portions, jusqu'à ce que celui-ci refuse de s'y dissoudre, la liqueur retirée du feu abandonne, en se refroidissant, une cristallisation abondante.

» Les cristaux ont la forme de lames rectangulaires. Ils agissent sur la lumière polarisée en s'éteignant dans une direction longitudinale.

» Égouttés sur de la porcelaine dégourdie, ils ont donné à l'analyse une composition qui correspond à la formule $KO, 3SbO^3, 3HO$.

» L'eau froide, versée en petite quantité sur les triantimonites de potasse anhydre ou hydraté, les décompose d'abord avec production d'oxyde d'antimoine prismatique. Mais lorsque l'eau s'est chargée, aux dépens du sel, de 5 pour 100 de son poids d'alcali, la décomposition de l'antimonite donne naissance à des cristaux octaédriques du système régulier. L'eau

---

[1] Travail du laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

ayant enlevé enfin 20,9 pour 100 de son poids de KO, toute décomposition cesse.

» L'oxyde octaédrique ou prismatique provenant de la décomposition des antimonites retient obstinément 0,6 à 0,2 pour 100 de potasse, qu'on ne peut lui enlever par des lavages prolongés, précédés même d'une porphyrisation.

ACTION DE LA SOUDE SUR L'OXYDE D'ANTIMOINE.

Action d'une dissolution étendue de soude sur l'oxyde d'antimoine.

» *Monoantimonite de soude.* — M. Terreil a obtenu ce composé sous forme de cristaux octaédriques, dérivant du prisme à base carrée, en faisant bouillir de l'oxyde d'antimoine avec une dissolution de soude étendue. Nous l'avons préparé plus facilement par la méthode suivante : Une solution de 1 partie de soude en plaques dans 2 parties d'eau est saturée à l'ébullition par de l'oxyde d'antimoine; la liqueur saturée est versée dans une grande quantité d'eau bouillante et filtrée. Par refroidissement, le monoantimonite se dépose dans la liqueur alcaline sous forme de tables quadratiques très fortement adhérentes au vase. Redissous dans l'eau pure, il y cristallise en octaèdres à base carrée doués d'une vive action sur la lumière polarisée, sans que ce changement de forme dominante soit accompagné d'aucun changement dans la composition ($NaO, SbO^3, 6HO$).

» Les autres propriétés du monoantimonite ont été suffisamment décrites par M. Terreil.

» *Action d'une dissolution concentrée de soude sur l'oxyde d'antimoine. Sesquiantimonite de soude hydraté.* — Si dans une dissolution de 1 partie de soude dans 2 parties d'eau, maintenue en ébullition, on fait dissoudre par petites portions et jusqu'à refus de l'oxyde d'antimoine, la liqueur abandonne en se refroidissant une cristallisation abondante.

» Les cristaux ont la forme d'aiguilles clinorhombiques. Égouttés sur la porcelaine dégourdie, ils présentent une composition répondant à la formule $2NaO, 3SbO^3, HO$.

» *Biantimonite de soude.* — Une lessive de soude de même concentration que la précédente, maintenue à l'ébullition et additionnée d'un excès d'oxyde d'antimoine, laisse déposer des tables rhombes qui, séparées de leur eau mère encore chaude, ont pour formule $NaO, 2SbO^3$.

» *Triantimonite de soude.* — Si l'on répète l'expérience précédente en opérant non plus à la température d'ébullition, mais à 100°, la liqueur dépose à cette température des tables rectangulaires qui ont pour formule $NaO, 3SbO^3$.

» Les antimonites de soude, précédemment décrits, sont rapidement altérés par l'air humide qui sépare de l'oxyde antimonieux amorphe et du carbonate de soude. L'eau pure les décompose à froid et à chaud en mettant en liberté de l'acide antimonieux prismatique qui retient obstinément 0,55 à 0,64 pour 100 d'alcali.

» Les sesquiantimonite, biantimonite et triantimonite ne subissent aucune altération au contact de solutions sodiques renfermant respectivement $94^{gr},3$, $188^{gr},6$ et $113^{gr},2$ d'alcali par litre.

» La soude agissant par voie humide sur l'oxyde d'antimoine amorphe peut donc donner naissance aux sesqui, bi et triantimonite, tandis que la potasse donne seulement un triantimonite anhydre ou hydraté. D'autre part, la décomposition par l'eau des sels sodiques fournit exclusivement l'oxyde métallique cristallisé sous la forme de la valentinite, tandis que la décomposition du sel potassique fournit, suivant la teneur en alcali, l'oxyde cristallisé sous la forme de la valentinite ou de la senarmontite. »

THERMOCHIMIE. — *Relation entre les chaleurs de formation et les températures du point de réaction.* Note de M. **Maurice Prud'homme**, présentée par M. Schützenberger.

« D'après le *principe du travail maximum,* énoncé par M. Berthelot, les corps qui se produisent avec le plus grand dégagement de chaleur tendent à se former de préférence. On en déduit que, si des énergies extérieures agissent pour retarder la combinaison d'un corps avec d'autres corps de même fonction (acide et bases, par exemple), leur action sera d'autant moins marquée que la quantité de chaleur dégagée par la combinaison doit être plus grande.

» M. Berthelot a montré, à diverses reprises, d'une manière générale, que, dans des réactions similaires, la température initiale des réactions est d'autant plus basse, toutes choses égales d'ailleurs, que la chaleur dégagée est plus considérable. D'autre part, M. Raoul Pictet (*Comptes rendus,* p. 814; 14 novembre 1892) a établi que toute réaction chimique cesse aux très basses températures, entre $-155°$ et $-125°$, mais reprend à des températures plus élevées, et commence à un degré déterminé, caractéristique du *point de réaction.*

» En comptant les températures à partir du zéro absolu, l'acide sulfurique se combine à la potasse, à la soude et à l'ammoniaque, respectivement à 183°, 193° et 213°. Il agit sur le potassium et le sodium à 205° et 223°. Les réactions de l'acide azotique sur les alcalis commencent à quelques degrés plus bas qu'avec l'acide sulfurique.

» Or, les chaleurs dégagées dans la formation des sels solides, en partant de l'acide hydraté et de la base hydratée solide, sont :

	Cal		Cal
$\frac{1}{2}$ SO^4K^2.....	40,7	AzO^3K......	42,6
$\frac{1}{2}$ SO^4Na^2....	34,7	AzO^3Na.....	36,1
		AzO^3AzH^4...	34,0 (base gazeuse)

» La quantité de chaleur dégagée dans la formation des azotates est supérieure à celle que dégage la formation des sulfates. L'acide azotique doit donc se combiner et se combine, en effet, à la potasse et à la soude, à des températures inférieures à celles de l'acide sulfurique.

» L'ammoniaque, la soude et la potasse commencent à se combiner aux acides à des températures de plus en plus basses.

» Il semble exister une relation entre la température absolue du point de réaction et la chaleur de formation depuis les éléments.

» Pour une même série de corps, le produit de la chaleur de formation Q, par la température absolue du point de réaction T, est sensiblement constant.

» Les chaleurs de formation des sulfates solides depuis les éléments sont :

$$S + O^4 + K^2 = 342^{cal},2 \qquad S + O^4 + Na^2 = 326^{cal},4$$

$$S + O^4 + Az^2 + H^8 = 282^{cal},2.$$

Produits Q × T,

$$342,2 \times 183 = 626, \qquad 326,4 \times 193 = 629, \qquad 282,2 \times 213 = 601.$$

» Pour les nitrates, avec les mêmes températures que pour les sulfates, on a

$$118,7 \times 183 = 216, \qquad 110,6 \times 193 = 213.$$

» D'autre part, on sait que, pour une même série de sels, la chaleur spécifique moléculaire M × C est sensiblement constante. On pourra donc écrire

$$Q \times T = K \times M \times C$$

ou

$$\frac{Q}{M} = K\frac{C}{T}.$$

» *Pour une même série de corps, la chaleur de formation de l'unité de masse est proportionnelle à la chaleur spécifique et en raison inverse de la température absolue du point de réaction.* »

CHIMIE. — *Sur l'étude des réactions chimiques dans une masse liquide, par l'indice de réfraction*. Note de M. C. **Féry**, présentée par M. Schützenberger.

« I. Un changement chimique dans une masse liquide produit généralement une modification de toutes les propriétés physiques du milieu. Je me suis demandé si l'indice de réfraction serait affecté dans ces conditions, et si la variation de cette propriété physique ne pourrait pas servir à déceler de nouvelles combinaisons, ou à étudier plus complètement des réactions connues. Je me suis servi, pour cette étude, de l'appareil que j'ai décrit précédemment ([1]).

» II. La méthode opératoire à laquelle je me suis arrêté est la suivante : Soit à étudier l'action d'un liquide A sur un autre B; on prépare une série de mélanges renfermant sous l'unité de poids des quantités variables des solutions réagissantes. On prend l'indice de chacun des mélanges et l'on peut représenter la marche de la réaction, en portant en abscisses la teneur des liquides et en ordonnées les indices correspondants.

» Si l'on avait affaire à deux corps se mélangeant sans combinaison, l'indice, dans chaque cas, serait donné par une simple moyenne, et l'on obtiendrait une droite

$$Y = \left(\frac{n-n'}{P}\right)x + n',$$

où n et n' sont les indices des liquides A et B, et P la teneur de B.

» Si, au contraire, une ou plusieurs combinaisons se produisent, la règle des mélanges ne peut s'appliquer, et la marche de la réaction est représentée généralement par une série de lignes droites, chacun des points anguleux obtenus répondant à un état chimique *défini* du liquide.

» Je ne donnerai ici que peu de résultats numériques, m'étant plutôt attaché à démontrer la généralité des effets obtenus sur des réactions bien connues, qu'à étudier par cette méthode de nouvelles combinaisons.

» III. *Réaction des acides sur les bases*. — J'ai étudié d'abord, comme me paraissant l'une des plus simples, l'action de l'acide sur la base, pour former le sel,

$$RH + M'OH = RM' + H^2O,$$

([1]) *Sur un nouveau réfractomètre* (*Comptes rendus*, décembre 1891).

où R est l'ensemble d'un radical d'acide monobasique et de l'oxygène, et M' un métal monoatomique.

» Voici les chiffres se rapportant à la saturation de la soude par l'acide azotique; il m'a paru intéressant de les rapprocher comme terme de comparaison des chiffres que donnerait un simple mélange.

Numéros du mélange.	AzO^3H pour 100.	NaOH pour 100.	$(n-1)$ observé.	$(n-1)$ d'après la loi des mélanges.	Différences.
0	0,00	17,73	0,3780	0,3780	0,0000
1	2,20	16,22	0,3732	0,3764	0,0032
2	4,35	14,76	0,3695	0,3749	0,0054
3	6,43	13,06	0,3646	0,3732	0,0086
4	8,48	11,40	0,3600	0,3714	0,0114
5	10,48	9,67	0,3550	0,3697	0,0147
6	12,44	7,87	0,3505	0,3679	0,0174
7	14,35	6,02	0,3525	0,3660	0,0135
8	16,22	4,09	0,3550	0,3640	0,0090
9	18,05	2,08	0,3570	0,3620	0,0046
10	19,85	0,00	0,3599	0,3699	0,0000

» La figure ci-contre est une représentation de cette expérience. La différence maxima observée sur le graphique (0,0178) correspond à un mélange renfermant 8 pour 100 de NaOH et 12,31 pour 100 de AzO^3H; le rapport entre les deux corps pour donner le sel serait, d'après cette expérience, $\frac{12,31}{8,00} = 1,54$. Rapport théorique, 1,57.

» La concordance est donc très satisfaisante, et le léger écart entre ces deux nombres provient plutôt du titrage des solutions que des mesures optiques, étant donnée la concordance presque absolue des points expérimentaux avec les droites AS et SB du graphique.

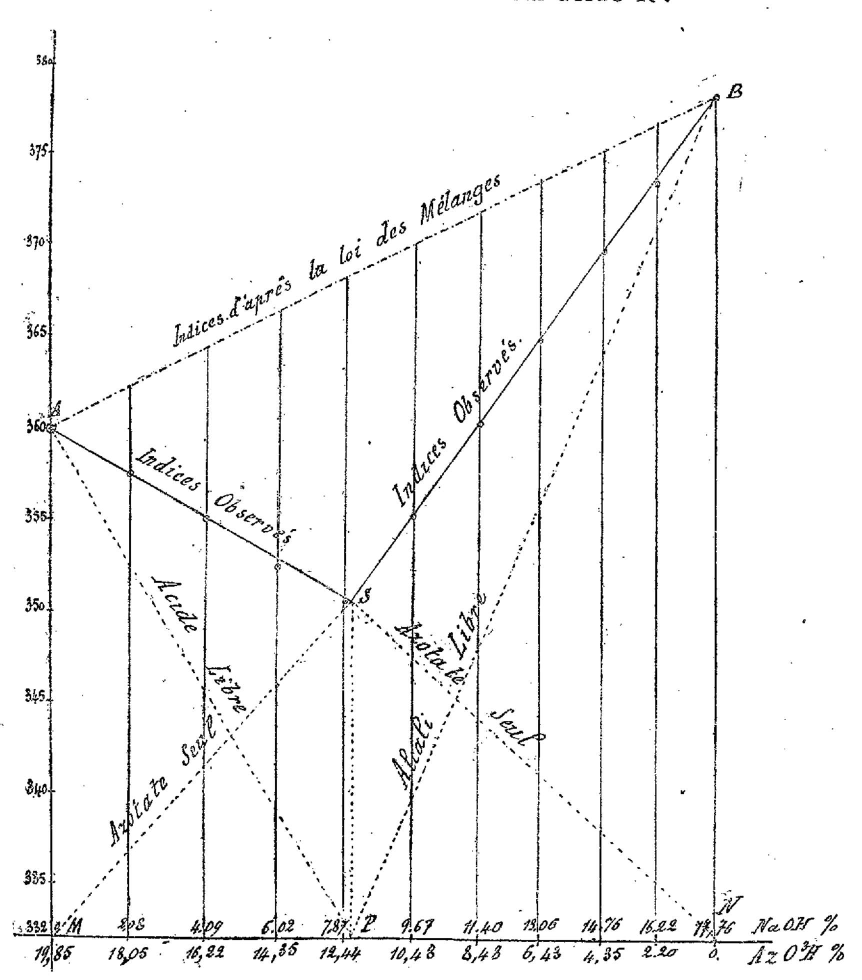
» L'erreur possible, dans ces déterminations, est inférieure à 0,0005. Les droites MS, SN, AP et PB représenteraient, en négligeant quelques phénomènes secondaires dont je parlerai plus loin, les diverses valeurs de l'indice, si l'azotate formé, l'acide et la base en excès existaient *seuls* dans le liquide.

» *Acides polybasiques.* — L'expérience, conduite ainsi qu'il a été dit précédemment, a donné lieu à de nouvelles brisures entre les points S et A du graphique, l'acide en excès se combinant au sel déjà formé pour donner des sels de la forme $RM'H$, $RM'H^2$, etc.

» L'*acide sulfurique* présente alors deux points anguleux répondant aux deux sels SO^4M^2 et SO^4MH.

L'*acide phosphorique normal* m'a donné trois brisures aux points où la composition du liquide est dans les proportions moléculaires de PO^4M^3, PO^4M^2H, PO^4MH^2.

» IV. *Décomposition des sels.* — Un sel RM peut être modifié de deux manières : soit qu'on remplace le métal M par un autre M′, soit qu'on substitue au radical acide R un autre radical acide R′.



» Le premier exemple m'a été fourni par la réaction de l'hydrate de potassium sur le chlorure d'ammonium.

$$AzH^4Cl + KOH = KCl\,AzH^4OH.$$

» Pour réaliser le second, j'ai décomposé l'acétate de sodium par l'acide chlorhydrique

$$C^2H^3O^2Na + HCl = C^2H^3O^2H + NaCl.$$

» Ici encore des points anguleux se produisent lorsque le mélange est

dans les proportions qui fournissent la réaction sans excès des corps réagissants. Enfin, dans le cas de non réaction, aucun point singulier ne se produit, et l'on obtient une droite unique.

» V. *Remarque.* — On observe quelquefois, entre les points de réaction prévus, des brisures légères, dont, à première vue, il est difficile d'expliquer la provenance; c'est que, en réalité, le dissolvant des corps actifs ne reste pas toujours étranger à la réaction; il peut se combiner soit avec les composants, soit avec les corps formés eux-mêmes.

» Il est donc indispensable de connaître la courbe d'hydratation des corps que l'on étudie. Ce fait de l'hydratation dans le cas des sels a déjà été signalé [1]; il est absolument général; les acides minéraux et organiques, les alcalis et un grand nombre de composés organiques, tels que la glycérine, peuvent donner des brisures dont on ne peut expliquer l'existence qu'en admettant la formation d'hydrates liquides.

» Voici les nombres se rapportant aux brisures de l'acide sulfurique :

Richesse en SO^4H^2 au point de brisure.	$(n-1)$ observé (17°).	Composition moléculaire du liquide.
56,5	0,404	$SO^4H^2, 4H^2O$
73,0	0,418	$SO^4H^2, 2H^2O$
79,5	0,436	$SO^4H^2, 1\frac{1}{2}H^2O$
84,5	0,438	$SO^4H^2, 1H^2O$

» Ce dernier mélange présente le maximum d'indice observé. J'ai ainsi retrouvé plusieurs hydrates indiqués par d'autres méthodes.

» Le procédé que je viens de décrire pourra peut-être rendre quelques services dans l'étude de réactions nouvelles ou difficiles à aborder par les moyens chimiques ordinaires, en raison de la rapidité de son emploi et de la précision des résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un propylamidophénol et ses dérivés acétylés.* Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« Nous avons approfondi la fonction et la constitution du propylamidophénol, dérivé du camphre, sur lequel nous avons appelé l'attention de l'Académie, jugeant que ce corps pouvait jeter un certain jour sur la constitution du camphre elle-même.

---

(1) P. BARY, *Sur les indices de réfraction des solutions salines* (*Comptes rendus*, avril 1892).

» La présence du groupe propyle ou bien isopropyle a été démontrée par la formation de la propylbenzine en chauffant avec la poudre de zinc; celle des groupes amidés et phénoliques a été démontrée par toutes les propriétés du corps. Nous ajouterons l'étude de deux dérivés acétylés.

» *Dérivé monoacétylé.* — En versant sur ce propylamidophénol un excès d'anhydride acétique, on constate une élévation immédiate et très sensible de température. On précipite par l'eau et l'on fait cristalliser dans l'alcool à 93° qui donne des prismes incolores pouvant atteindre $0^m,02$ ou $0^m,03$ de long.

» Ces cristaux ont donné à l'analyse, après dessiccation dans le vide :

Pour matière	0,3503
Az	0,024327
Soit, pour 100	6,94
La formule $C^9H^{10}[AzH(C^2H^3O)](OH)$ exige	7,25

» Ce corps est un dérivé monoacétylé dans l'amidogène pour les raisons suivantes : Il est insoluble dans tous les acides, mais soluble dans les alcalins et se colore, en solution alcoolique, en vert pomme, par le perchlorure de fer.

» Il fond à 95°-96°. Il est insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool, le chloroforme et l'éther.

» *Dérivé triacétylé.* — En faisant bouillir la base avec un excès d'anhydride acétique, pendant une quinzaine de minutes, même sans addition d'acétate de soude, on obtient un dérivé triacétylé.

» On précipite par l'eau, on lave et l'on fait cristalliser deux fois dans l'alcool à 93°.

» On obtient de fines aiguilles très légères, d'une grande blancheur, qui ont donné à l'analyse, après dessiccation à 110° :

Pour matière	0,2595
Az	0,013895
Soit, pour 100	5,35
La formule $C^9H^{10}[Az(C^2H^3O)^2]O(C^2H^3O)$ exige	5,02
Le dérivé diacétylé exigerait	5,93

» Le corps fond à 138°-139° en un liquide incolore qui reste en surfusion. De 200°-250°, sous la pression ordinaire, il distille en se décomposant légèrement avec production d'acide acétique.

» Il est insoluble dans l'eau, l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, mais très soluble dans l'alcool et le chloroforme.

» Il est insoluble dans les acides et les alcalis.

» L'ébullition dans l'eau, fortement acidifiée par les acides chlorhydrique ou sulfurique, le laisse inaltéré. L'ébullition, au sein d'une lessive de soude ou de potasse, amène la dissolution avec saponification, puis altération. Le liquide jaunit, puis rougit.

» Dans une Note précédente, nous avions admis que ce propylamidophénol avait le groupe amidogène et le groupe phénolique en position *méta*. De meilleures raisons nous font admettre, aujourd'hui, la position *ortho*.

» Nous avons reconnu que le propylamidophénol est un développateur photographique énergique en solution alcaline. Or MM. Lumière, dans un fort intéressant Mémoire, ont prouvé ce fait, qui mérite toute créance, et qui paraît général, que le pouvoir développateur de l'image latente en Photographie se retrouve : 1° dans les corps aromatiques ayant au moins deux OH phénoliques ou un AzH^2 et un OH; 2° qu'il est nécessaire que ces deux groupements soient en *ortho* ou en *para*. La position *méta* ne donne que des corps indifférents. C'est ainsi que la résorcine pure ne développe pas, tandis que la pyrocatéchine et l'hydroquinone développent.

» La position *para* nous paraît invraisemblable dans notre propylamidophénol en raison de l'enchaînement des faits. La position *ortho* est, au contraire, très rationnelle.

» De nouvelles recherches nous ont démontré, d'autre part, que le corps générateur de cet amidophénol est un nitrophénol, et non une nitrocétone, comme nous l'avions admis précédemment, avec un groupement spécial

$$\begin{array}{l} CAzO^2 \\ \diagdown \\ \quad | CH^2. \\ \quad | \\ \diagup CO \end{array} \text{(1)}$$

» Partant du camphre, nous enchaînons, comme suit, les dérivés intermédiaires jusqu'au propylamidophénol. La formule du camphre de Kekulé, modifiée par M. Haller, nous paraît la plus convenable, en raison de l'instabilité plus grande du CH^3 greffé sur un CH. On se rappelle que nos sulfoconjugués du camphre sont formés avec départ du méthyle. Les formules s'enchaînent ainsi :

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 5 mai et 5 juin 1892.

Camphre. Camphre chloré. Sulfone. Acide sulfonique.

Propylnitrophénol. Propylamidophénol. Propylamidophénol monoacétylé. Propylamidophénol triacétylé.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage des impuretés dans les méthylènes.* Note de M. **Er. Barillot**, présentée par M. L. Troost.

« Il est très important de pouvoir apprécier dans les méthylènes industriels destinés soit à la méthylation de l'aniline, soit à la dénaturation des alcools d'industrie, la proportion d'impuretés autres que l'acétone que ces méthylènes contiennent. La méthode suivante nous fournit de bons résultats.

» *Principe.* — I. Lorsqu'on agite 20^{cc} de chloroforme avec un mélange formé de 10^{cc} d'alcool méthylique, 15^{cc} de bisulfite de soude de densité 1,325 et 5^{cc} d'eau, le coefficient de partage entre les deux liquides non miscibles est tel que la couche chloroformique conserve son volume intégral si l'alcool méthylique ne contient pas d'impuretés autres que l'acétone.

» II. Si l'alcool méthylique contient des impuretés (benzols, méthylol,

diallyle, etc.), la couche chloroformique augmente proportionnellement à leur quantité.

» *Application.* — 1° Dans un tube *a*, de 40^{cc} environ de capacité, on verse 10^{cc} du méthylène à examiner, puis 15^{cc} de la solution de bisulfite de soude, on bouche le tube et l'on agite fortement; on ajoute ensuite 5^{cc} d'eau, on agite de nouveau et on laisse le mélange reprendre la température ordinaire.

» 2° Un tube de verre de 20^{cc} de capacité, terminé inférieurement par un robinet, communique à sa partie supérieure par un tube de plus petit diamètre, divisé en centimètres cubes et dixièmes de centimètres cubes, avec un ballon de verre *b* d'environ 200^{cc} dont la tubulure supérieure peut être fermée par un bouchon à l'émeri.

» Dans cet appareil *b*, on verse du chloroforme de manière à remplir le tube inférieur dont la capacité est exactement de 20^{cc}. Le ménisque de ce liquide affleure alors très exactement au zéro de la graduation en centimètres cubes et dixièmes de centimètre cube à la température de 15°.

» Le mélange de *a* est versé dans l'appareil *b*; on agite fortement, de façon à obtenir une émulsion d'apparence laiteuse et on laisse ensuite au repos.

» Lorsque les deux couches liquides de l'appareil *b* sont bien limpides, on lit à 15° l'augmentation de volume du chloroforme. Cette augmentation, multipliée par 10, correspond à la proportion pour 100 d'impuretés autres que l'acétone contenues dans le méthylène.

» Le degré alcoométrique du méthylène examiné peut être compris entre 80° et 99°. La proportion d'acétone comprise de 1 à 30 pour 100 n'influe pas sur l'exactitude du dosage.

» Ayant isolé les impuretés qui accompagnent le méthylène, nous avons formé un grand nombre d'échantillons synthétiques avec l'alcool méthylène pur, l'acétone pure, l'impureté isolée afin de contrôler l'exactitude du procédé.

» Les résultats obtenus avec les divers types de méthylènes commerciaux synthétiques sont :

		Impureté pour 100.
A.	Alcool méthylique chimiquement pur	0
	Alcools méthyliques purs industriels employés pour la méthylation de l'aniline	1 à 2
B.	Méthylènes types régie purs à 20 pour 100 acétone	1 à 2
	Méthylènes types régie à 5 pour 100 impureté et 20 pour 100 acétone.	5
C.	Méthylènes forte odeur 10 pour 100 impureté	10
	Méthylènes à très forte odeur	15 à 20

» Avec les types B la dénaturation est illusoire, tandis qu'avec les types C la dénaturation des alcools d'industrie est réelle.

» L'examen d'un grand nombre d'échantillons de méthylènes du com-

merce nous a démontré que souvent les impuretés dénaturantes ne s'élèvent pas au-dessus de 2 à 5 pour 100 et que les méthylènes dénaturant réellement l'alcool contiennent de 10 à 20 pour 100 de ces impuretés.

» L'examen de la couche chloroformique permet de déterminer la nature de l'impureté ainsi que nous l'indiquerons prochainement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Séparation des micro-organismes par la force centrifuge.* Note de M. **R. Lezé**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les micro-organismes comprennent, en majeure partie, dans leur constitution, des substances plus lourdes que l'eau : ce sont les matières albuminoïdes, cellulosiques et les matières minérales que l'on isole par l'incinération.

» Si des microbes vivants flottent dans des liquides tels que le vin, le cidre, le lait dont la densité est voisine de l'unité, c'est que probablement ils contiennent de petites quantités de gaz et que, d'autre part, la force qui les solliciterait à monter ou à descendre dans un liquide plus lourd ou plus léger que leur substance protoplasmique est certainement extrêmement faible, eu égard aux très petites dimensions des corps considérés.

» Mais on peut accentuer cette tendance à la séparation en soumettant les vases contenant les liquides fermentescibles et des organismes à un mouvement rapide de rotation. Nous disposons de la valeur de la force centrifuge et, pratiquement, nous pouvons la rendre plusieurs centaines de fois plus grande que l'intensité de la pesanteur.

» Dans les appareils de notre laboratoire dont nous nous servons, le rayon et la vitesse sont : pour le lactocrite mû à bras, 9^{cm} et 3600 tours; pour la turbine à vapeur (modèle Burmeister), 20^{cm} et 4000 tours.

» Dans le premier appareil, les récipients soumis à l'action de la force centrifuge sont de petits tubes étirés sur une certaine longueur en forme conique et fermés à la lampe à la pointe.

» Le second appareil est continu et permet de centrifuger indéfiniment des quantités croissantes du liquide considéré.

» La rotation éclaircit les liquides en fermentation et détermine la formation d'un dépôt gluant ou gélatineux, soit à la pointe des petits tubes, soit contre les parois de la turbine. En examinant au microscope ces dépôts boueux, on voit qu'ils sont composés en majeure partie d'un amas d'organismes vivants.

» Nous avons, par cette méthode, séparé les organismes d'un assez grand nombre de liquides en voie d'altération, en soumettant à la zone centrifuge des mouts en fermentation, du thé de foin, du lait ou son sérum après la séparation de la crème ou de la caséine par le caillement, du purin, des liquides sucrés chargés de moisissures, des vins en fermentation acétique, etc. Les organismes paraissent se séparer d'autant plus facilement que leurs dimensions sont plus grandes : on isole d'une manière très nette le mycelium et les spores des moisissures, ainsi que les saccharomyces, tandis que les bactéries ne se séparent qu'imparfaitement.

» Dans une des expériences, nous avons fait passer à la turbine un cidre en fermentation. Le liquide était trouble, il ressortait d'une limpidité parfaite; des échantillons recueillis dans des flacons ouverts ou stérilisés, et conservés à l'étuve à 30°, étaient tous devenus troubles le lendemain, ils fourmillaient de bactéries; on ne trouvait plus de levûres, la fermentation alcoolique avait disparu.

» Afin d'opérer une séparation plus facile, en diminuant la densité, on peut, soit chauffer le liquide à centrifuger, soit l'additionner d'autres liquides plus légers que l'eau, d'ammoniaque, d'alcool; l'alcool donne parfois de bons résultats.

» Cette séparation des bactéries peut trouver son application dans les recherches bactériologiques; en pratique industrielle, on parviendra peut-être, au moyen de la force centrifuge, à débarrasser les eaux contaminées ou insalubres d'une majeure partie des organismes contenus, en n'admettant toutefois que de l'air débarrassé de germes dans la turbine en mouvement.

» Dans ce but, nous avons enfermé notre turbine sous un couvercle jointif et ne laissant pénétrer au centre de l'orifice que de l'air stérilisé par la filtration sur une épaisse couche de coton. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les pertes d'azote dans les fumiers.* Note de MM. **A. Muntz** et **A.-Ch. Girard**, présentée par M. Dehérain.

« Les agronomes sont depuis longtemps préoccupés des pertes considérables d'azote qui se produisent dans les fumiers, ainsi que des moyens de les empêcher. Divers expérimentateurs (1) ont montré que le fumier mis en tas s'appauvrit en azote, surtout s'il est abandonné aux intempé-

(1) Particulièrement Kühn, Wœlcher, Holdefleiss.

ries, comme dans toutes les exploitations agricoles et si l'on néglige de lui donner certains soins, tels que l'arrosage.

» Mais, à côté de ces pertes, dont l'importance a été mesurée, il y en a d'autres à l'étable, sous les pieds des animaux, avant l'enlèvement du fumier. Ces dernières, sur lesquelles on ne possède que des données incertaines, ont particulièrement attiré notre attention.

» De longues séries d'expériences, faites sur des écuries, des vacheries, des bergeries, dans lesquelles nous nous sommes astreints à nous placer dans les conditions habituelles de la pratique, nous ont permis de déterminer les quantités d'azote perdues pour l'agriculture par le seul fait des dégagements d'ammoniaque qui se produisent à l'étable. Nous avons déterminé l'azote introduit dans les fourrages et les litières, ainsi que celui qu'on retrouvait dans les produits animaux, lait, laine, viande, etc., et dans le fumier ([1]) au moment de son enlèvement. La différence entre l'azote donné et l'azote retrouvé constitue la perte à l'étable.

» Voici les résultats obtenus en plaçant les animaux sur une litière de paille, donnée en quantité normale :

	Écurie de 16 chevaux.
	kg
Azote contenu dans les fourrages consommés	43,795
» contenu dans la litière	8,642
» fixé dans les produits animaux	0,000
» retrouvé dans le fumier	39,860
» perdu	12,577
» perdu pour 100 d'azote consommé	28,7

	Vacherie de 10 bêtes.
	kg
Azote contenu dans les fourrages consommés	90,116
» contenu dans la litière	6,532
» fixé dans les produits animaux	17,742
» retrouvé dans le fumier	50,108
» perdu	28,798
» perdu pour 100 d'azote consommé	31,9

	Bergerie de 25 moutons.
	kg
Azote contenu dans les fourrages consommés	14,548
» contenu dans la litière	0,115
» fixé dans les produits animaux	0,900
» retrouvé dans le fumier	6,464
» perdu	7,299
» perdu pour 100 d'azote consommé	50,2

([1]) Purin compris.

» Quant aux pertes qui se produisent dans le fumier mis en tas et abandonné à lui-même, elles nous ont donné les chiffres suivants :

Fumier de chevaux.	A la mise en tas.	Après quatre mois.
Poids total	6327 kg	2578 kg
Azote total	39,860	30,678
» perdu	»	9,182
» perdu, pour 100 de l'azote initial	»	23,1
» » » consommé en fourrages..	»	20,9

Fumier de vaches.	A la mise en tas.	Après trois mois.
Poids total	5329 kg	2778 kg
Azote total	43,165	32,800
» perdu	»	10,365
» perdu, pour 100 de l'azote initial	»	23,9
» » » consommé en fourrages..	»	10,8

Fumier de moutons.	A la mise en tas.	Après six mois.
Poids total	7160 kg	4210 kg
Azote total	43,176	38,732
» perdu	»	4,944
» perdu, pour 100 de l'azote initial	»	11,3
» » » consommé en fourrages..	»	5,0

» On voit que les pertes d'azote à l'étable ont été très importantes, et bien supérieures à celles du tas de fumier qui, dans nos essais, ont varié de 5 à 21 pour 100 de l'azote consommé. La perte dans le tas a été d'autant plus faible que celle dans l'étable avait été plus forte.

» D'après nos expériences, les pertes à l'étable sont attribuables à la fermentation ammoniacale des urines qui, sur un sol envahi par les ferments, dégagent, en un temps très court, jusqu'à 90 pour 100 de leur azote, à l'état de carbonate d'ammoniaque, tandis que les déjections solides conservent le leur sous forme organique.

» Nous avons étudié spécialement dans les bergeries, les causes qui font varier les déperditions de l'azote, les animaux étant toujours placés sur une litière de paille de céréales.

» *Influence de la saison.* — Il y avait lieu de rechercher si une température plus élevée activait le dégagement de l'ammoniaque.

» Période d'été (juin, juillet) : Azote perdu : 52,7 pour 100 de l'azote consommé.

» Période d'hiver (janvier, février, mars) : Azote perdu : 44,7 pour 100 de l'azote consommé.

» La perte est plus grande en été qu'en hiver; la différence est cependant moins accentuée qu'on aurait pu le penser.

» *Influence de l'alimentation.* — Une différence pouvait exister suivant que les animaux étaient au vert ou au foin.

» Alimentation au foin de luzerne : Azote perdu : 55,3 pour 100 de l'azote consommé.

» Alimentation à la luzerne verte : Azote perdu : 50 pour 100 de l'azote consommé.

» L'alimentation au vert occasionne des pertes moindres, probablement parce qu'elle donne des fumiers plus humides (68,3 pour 100 d'eau) que l'alimentation au foin (57,9 d'eau dans le fumier); dans le premier cas, la tension de l'ammoniaque est plus faible.

» *Influence de la quantité de litière.* — On pouvait espérer qu'en augmentant la quantité de litière, on retiendrait mieux l'ammoniaque :

I. Été...	Pas de litière :	Azote perdu.	59,00	p. 100	de l'azote consommé.
	Avec litière ordinaire :	»	50,20	»	»
II. Hiver.	Litière peu abondante :	»	44,20	»	»
	Litière plus abondante	»	40,80	»	»

» L'augmentation de la litière atténue les pertes d'azote, mais dans une proportion peu importante.

» Les observations que nous venons de résumer montrent que c'est surtout à l'étable que se produisent les pertes d'azote; ce qui s'explique par la fermentation ammoniacale extrêmement rapide des urines et par la surface considérable sous laquelle la litière imprégnée de liquides ammoniacaux se présente au contact de l'air. Elles montrent aussi que ce n'est pas dans l'abondance de la litière qu'il faut chercher le remède à ces déperditions si préjudiciables.

» Nous nous proposons d'examiner ultérieurement les procédés qu'on peut mettre en œuvre, sans sortir des conditions de l'exploitation agricole, pour atténuer ces pertes d'azote qui obligent l'agriculteur à recourir à l'emploi du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque, dont l'achat lui impose un lourd sacrifice. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les fermentations du fumier.* Note de M. **Alex. Hébert**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La préparation du fumier a donné lieu à des travaux aussi nombreux qu'intéressants dus aux plus éminents agronomes; c'est cependant une des questions les plus discutées de la Chimie agricole. Sur les conseils de notre savant maître M. Dehérain, nous avons repris cette étude dans le but d'éclairer les points suivants : Quels sont les éléments de la paille qui dis-

paraissent pendant la fermentation forménique? Quelles sont les transformations subies par les matières azotées et à quel état se font les pertes d'azote que l'on constate toujours pendant la formation du fumier?

» Toutes nos expériences ont été exécutées en partant d'un certain poids de paille de composition connue. Cette composition a été déterminée par la méthode analytique que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie ([1]). La paille réduite en poudre a été mise dans des ballons et additionnée de dissolutions de carbonates de potasse et d'ammoniaque à 5 pour 100, concentration qui, après divers essais, a paru être la plus favorable à la fermentation forménique. L'ensemencement a été effectué au moyen de quelques centimètres cubes de purin; les ballons ont été placés dans une étuve chauffée constamment à 55° environ, température recommandée par M. Schlœsing pour entretenir l'activité des fermentations du fumier.

» Les expériences ont duré trois mois pendant lesquels elles ont dégagé des gaz composés de formène et d'acide carbonique. La paille a perdu presque la moitié de son poids, cette perte portant surtout sur la cellulose, la gomme de paille et sur la vasculose dont une partie s'est dissoute dans le liquide alcalin en formant la matière noire du purin. Dans un précédent Mémoire sur le fumier ([2]), M. Dehérain a montré que cette matière noire, très riche en carbone, soluble dans les alcalis, précipitable de cette solution par les acides, était analogue à la vasculose du bois isolée par M. Fremy.

» Nous donnons, à l'appui des conclusions que nous venons d'énoncer, le Tableau ci-dessous indiquant les chiffres relatifs à une de nos expériences (les autres donnant des résultats du même ordre) ([3]).

	Matières introduites.			Matières obtenues.			
	Paille.	Liquide.	Total.	Paille.	Liquide.	Total.	Différences.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Azote ammoniacal	»	2,64	2,64	»	0,40	0,40	−2,24
» organique	0,39	»	0,39	0,24	0,96	1,20	+0,81
» total	»	»	3,03	»	»	1,60	−1,43
Matières solubles dans l'éther	0,46	»	0,46	0,30	»	0,30	−0,16
Sucres, Tannins, Acides, etc.	1,53	»	1,53	0,26	»	0,26	−1,27
Cellulose	14,12	»	14,12	6,18	»	6,18	−7,94
Vasculose	14,01	»	14,01	9,07	2,68	11,75	−2,26
Gomme de paille	10,00	»	10,00	4,67	»	4,67	−5,33
Cendres	3,57	2,75	6,32	2,40	4,00	6,40	+0,08

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 969.
([2]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 987.
([3]) Voir pour plus de détails, *Annales agronomiques*, t. XVIII, p. 536.

» Quant aux transformations d'azote, nous avons obtenu dans tous les cas une diminution de l'azote ammoniacal et une augmentation de l'azote organique ainsi que l'avait déjà constaté M. Dehérain. Les quantités d'azote total accusent une perte assez importante. Cette déperdition a-t-elle lieu à l'état d'ammoniaque? En pratique, nous ne le croyons pas, car nous avons effectué sur le fumier en place des prises de gaz nombreuses, à diverses époques et à diverses hauteurs d'un tas de fumier bien tenu; nous n'avons jamais pu y déceler de traces sensibles d'ammoniaque. Mais nous avons constaté que la dessiccation trop prolongée d'un fumier mal soigné pouvait avoir l'inconvénient d'arrêter ou de retarder la fermentation forménique, comme le montrent les deux analyses ci-dessous, exécutées, l'une le 9 juillet dernier sur un échantillon de gaz du fumier pris pendant une période de sécheresse, l'autre le 3 août après une série d'orages accompagnés de pluies.

	9 juillet.	3 août.
Ammoniaque..........	0,00 °/₀	0,00 °/₀
Acide carbonique.......	33,93	35,07
Oxygène...............	0,00	0,00
Formène...............	2,18	30,75
Azote.................	63,89	34,18

» L'arrosage régulier du fumier a pour effet non seulement d'éviter les pertes d'ammoniaque, mais aussi d'entretenir convenablement la fermentation forménique.

» Nos expériences montrent donc que, comme l'enseigne M. Dehérain, les déperditions en azote d'un fumier maintenu en bon état d'humidité ne peuvent avoir lieu à l'état d'ammoniaque; les divers procédés imaginés pour empêcher ces pertes ammoniacales (addition de sulfate de fer, de plâtre, d'acide sulfurique) ne sont donc pas d'une grande efficacité, puisque l'azote qui disparaît pendant la préparation du fumier se dégage à l'état libre (¹). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Du desséchement des marais en Russie.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Plusieurs cartes de Russie, publiées à l'étranger, représentent encore de vastes marais dans le pays arrosé par la Pripète, affluent du Dniepr.

(¹) Travail exécuté au laboratoire de la Station agronomique de Grignon.

Cependant ces marais ont presque entièrement disparu. Depuis 1873, le gouvernement russe en a entrepris le desséchement : le total des marais desséchés, au moyen de la canalisation des eaux, est de 1 000 000^{ha}, dont 320 000^{ha} sont transformés en prairies, 106 000^{ha} en champs et jardins, 600 000^{ha} environ en forêts.

» On a dépensé pour ces travaux immenses, de 1873 à 1891, plus de 3 000 000 de roubles (plus exactement, 3 300 000 = 9 000 000^{fr}). Les terres desséchées ont augmenté de prix dans une proportion presque incroyable, notamment de 1 rouble à 60 roubles l'hectare, quelquefois davantage. La fertilité de ces terres nouvelles, surtout des anciens dépôts de tourbe, recouverts de sable, est devenue merveilleuse. Les plus pauvres paysans du Polessié se sont enrichis en quelques années; on pense maintenant à faire occuper ces terres desséchées par des émigrés venant de la grande Russie, où il y a un excédent de population. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les conditions chimiques de l'action des diastases.* Note de M. J. **Effront**, présentée par M. Duclaux.

« Les conditions chimiques de l'action de la diastase du malt sont encore très peu étudiées. On connaît une foule de substances chimiques qui contrarient l'action de la diastase, mais jusqu'à présent on ignore les substances qui la favorisent. Dans cette dernière catégorie sont classés les acides minéraux à faible dose et le chlorure de sodium en proportions plus considérables. Seulement l'action de ces agents n'est pas toujours sûre et reste presque insignifiante : de plus l'effet qu'ils produisent peut être attribué plutôt à leur pouvoir antiseptique qu'à une action directe.

» Nous avons entrepris une série de recherches sur l'action de diverses substances chimiques, et nos expériences nous ont démontré qu'il existe trois catégories de corps qui favorisent l'action de l'amylase, du glycase et du ferment soluble de l'*Aspergillus oryzæ;* par un mélange convenable des substances des trois groupes, on peut augmenter dans le rapport de 1 à 10 le pouvoir saccharifiant de ces ferments solubles.

» Les corps qui possèdent la propriété de favoriser l'action de la diastase sont : les sels d'aluminium, les sels d'acide phosphorique, l'asparagine, ainsi que certaines albumines.

» L'action de ces différentes substances sur la diastase a été déterminée de deux manières différentes.

» 1° La diastase a été mise en contact direct avec différentes doses de réactif, *avant d'agir sur l'amidon.*

» 2° La diastase, non traitée préalablement, a été ajoutée à de l'empois d'amidon qu'on additionnait de ces diverses substances.

» Par ces deux méthodes, nous avons obtenu les mêmes chiffres pour l'asparagine, le phosphate d'ammonium et l'acétate d'aluminium. Les résultats obtenus avec le phosphate de calcium et l'alun différaient suivant les deux méthodes et étaient en défaveur.

» Voici quelques résultats d'analyse :

	Maltose pour 100 d'amidon.
1^{cmc} d'infusion de malt introduit dans 200^{cmc} d'empois d'amidon a donné	8,63
Avec 0,7 de phosphate d'ammonium $PO^4H^2AzH^4$	51,63
» 0,5 de phosphate de calcium	46,12
» 0,25 d'alun ammoniacal	56,30
» 0,25 d'alun potassique	54,32
» 0,25 d'acétate d'aluminium	62,40
» 0,02 d'asparagine	37
» 0,05 d'asparagine	61,2

» L'infusion employée dans ces expériences était préparée avec du malt sec en proportion de 1:40. L'empois d'amidon a été obtenu en faisant macérer 2^{kg} d'amidon à 3^{atm}; on a saccharifié l'empois à la température de 75° à l'aide de 30^{gr} de malt. Le liquide refroidi a été amené à la densité de 1015. Au reste les mêmes expériences ont été faites avec la diastase pure préparée par la méthode de Linder, ainsi qu'avec l'amidon soluble obtenu par le traitement à l'acide chlorhydrique.

» Ces expériences et d'autres analogues nous ont prouvé que l'action des agents chimiques sur la diastase se manifeste à n'importe quelle température de saccharification.

» Nous avons pu constater en outre que l'action favorable des agents chimiques indiqués ci-dessus s'arrête régulièrement juste au moment où l'hydratation est devenue très avancée. Ainsi quand on a employé une quantité de diastase telle qu'elle produit plus de 60 pour 100 de sucre, l'action des agents chimiques disparaît complètement. Ce phénomène est dû évidemment à la nature des différentes dextrines formées pendant la transformation de l'amidon en sucre.

» Il est très curieux de constater que les mêmes substances qui favorisent le développement de ferments figurés favorisent également l'action des ferments solubles. Quoique la nature de ces deux classes de ferments

soit tout à fait différente, nous croyons toutefois qu'il se peut que le mécanisme de l'action de ces substances soit le même dans les deux cas; les sels minéraux et peut-être aussi en partie certaines matières azotées entreraient en jeu comme intermédiaires; ils formeraient des combinaisons avec les hydrocarbures et les albumines, combinaisons qui, sous l'influence des différents agents chimiques (diastases) ou physiologiques (ferments proprement dits) subiront une hydratation, un dédoublement ou une oxydation. La découverte de Friedel et Kraft concernant le rôle de certains sels minéraux dans les synthèses organiques pourrait bien éclairer le rôle de ces sels dans la physiologie des cellules. L'utilité de ces sels minéraux consisterait dans leur action favorable sur la diastase, action qui s'expliquerait par les combinaisons intermédiaires qu'ils forment avec les matières organiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la tricophytie chez l'homme.* Note de M. **R. Sabouraud**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mes études sur la tricophytie humaine, études que je poursuis depuis le mois de mai dernier, dans le service de M. le Dr E. Besnier, à l'hôpital Saint-Louis.

» Mes premières recherches, qui s'appuient en ce moment sur l'examen de plus de cent malades, ont porté sur l'examen microscopique des cheveux de teigneux. Elles m'ont prouvé :

» 1° Que la dimension des spores tricophytiques était identique en tous les points malades d'une même tête, mais différait souvent d'un cas à l'autre;

» 2° Que certains cas présentaient une petite spore (3μ), et d'autres, une grosse spore (7 ou 8μ);

» 3° Que la petite spore n'était pas reliée à un mycélium visible, et que ses agglomérations, disposées sans ordre, remplissaient le cheveu [1] et même débordaient son enveloppe pour lui former une sorte de gaine externe;

» 4° Que les grosses spores avaient, au contraire, un mycélium visible, et étaient ordonnées en files distinctes dans autant de rameaux mycéliens;

---

[1] L'examen microscopique du cheveu se fait après ébullition dans une solution potassique à 40 pour 100.

enfin que ces rameaux étaient tous inclus dans le cheveu, sans lui constituer de gaine enveloppante. Le cheveu ainsi atteint ressemble extrêmement au cheveu de la *teigne faveuse;*

» 5° Que, dans les cas de contagion d'école ou de famille, la spore gardait sur chaque individu contaminé ses mêmes dimensions; petites si la contagion provenait d'une tricophytie à petites spores, grosses dans le cas contraire;

» 6° Que dix-neuf fois sur vingt cas de teigne *cliniquement rebelle,* ces tricophyties étaient causées par le tricophyton à petites spores, engainant le cheveu et sans mycélium visible.

» La statistique des teignes tondantes montre une proportionnalité de 60 pour 100 de teignes à petites spores et 40 pour 100 de teignes à grosses spores.

» Les recherches bactériologiques poursuivies simultanément ont confirmé ces différences microscopiques, à ce point que l'on peut affirmer d'avance, par l'examen extemporané des cheveux, quelle culture ils donneront.

» α. Le tricophyton à grosses spores fournit sur la gélose au moût de bière une culture d'abord duveteuse et blanche, qui devient farineuse et jaune après quinze ou dix-huit jours; sur la pomme de terre une culture aride d'emblée et d'un jaune brun. Sur tous milieux, la culture *adulte* garde son aspect aride, poudreux, et sa couleur d'un jaune brun assez pâle.

» β. Le tricophyton à petites spores prend un peu plus tard que le précédent ses caractères de duvet, *mais il les garde toujours sur tous milieux,* et ce duvet reste d'un blanc pur. Sur la pomme de terre, l'apparition du duvet est précédée pendant une douzaine de jours par la formation d'une tache rouge brun, ressemblant à du sang desséché.

» Jamais, dans la série de ces cent malades, aucun cas n'a présenté de cultures d'aspect intermédiaire. Jamais une culture de l'un des types n'a pu être ramenée au type opposé.

» Tous les cas de tricophytie de la barbe, au nombre de six (6), et tous les cas de tricophytie cutanée des régions glabres, au nombre de 23, se sont montrés sans exception dus au tricophyton *à grosses spores.*

» De ces faits peuvent découler une foule de déductions cliniques, en dehors même de la plus frappante, la coexistence des teignes rebelles avec le parasite à petites spores. Dans la tricophytie humaine, il n'y a qu'un type, la teigne à grosses spores, qui puisse s'accompagner d'auto-inocula-

tions ou de contagions de tricophytie circinée, ou produire, par contagion à l'homme, la tricophytie de la barbe. Le seul fait de ces contaminations permet ainsi de porter à distance le diagnostic de tricophytie à grosses spores. La tricophytie à petites spores ne paraît contagieuse que pour les cheveux, et par conséquent pour les enfants, seuls sujets à la teigne tondante.

» Et comme parmi les teignes tondantes, la majorité des cas est causée par le parasite à petites spores, on peut dire que, dans la majorité des cas, la tricophytie des cheveux de l'enfant n'est aucunement contagieuse pour l'adulte.

» Ces deux formes parasitaires, à grosses spores et à petites spores, essentiellement distinctes l'une de l'autre, indiquent donc que l'entité morbide considérée jusqu'ici comme univoque sous le nom de *tricophytie* n'est qu'un syndrôme que peuvent causer plusieurs parasites différents. De plus, ces deux formes semblent être non pas deux espèces, mais deux groupes d'espèces, car par la culture sur le moût de bière en dilution au $\frac{1}{5}$ et au $\frac{1}{10}$ on rend évidentes, entre les cas, des dissemblances persistantes et héréditaires qui ne sont pas manifestes dans les cultures sur d'autres milieux. Le nombre de ces espèces paraît considérable sans qu'on puisse encore le chiffrer.

» Les tricophyties des régions glabres en particulier présentent une diversité de parasites très tranchée, bien que leurs cultures se rattachent toutes au type du tricophyton à grosses spores ou *megalosporon*. Plusieurs de ces variétés sont d'origine animale : ainsi j'ai pu retrouver sur l'homme le tricophyton du cheval, du veau, du chien et du coq, peut-être celui du chat. La tricophytie du cheval avait produit sur l'homme, le plus souvent, la lésion connue sous le nom de *folliculite agminée tricophytique*.

» Il est difficile de décider encore, dans le grand nombre de ces formes parasitaires, celles qui sont absolument fixées dans leurs caractères et qui méritent le nom d'espèces; et celles, au contraire, qui pourront être réversibles à un type originel et ne sont que des variétés.

» Tous ces types, sauf peut-être le tricophyton *microsporon* des cheveux de l'homme, dont la nature botanique n'est pas hors de doute, sont des *mucédinées*, dont la forme de fructification (hyphe sporifère et spore externe) est presque identique à celle des Botrytis.

» Les tricophytons doivent donc être rattachés à cette famille dont plusieurs types parasitaires sont déjà connus, tels que le *Botrytis tenella*, et le *Botrytis bassiana*.

» En ce qui concerne le tricophyton à petites spores, les inoculations à l'homme, sur la peau glabre, ne provoquent qu'un érythème léger suivi d'exfoliation épidermique par larges squames. L'évolution se termine par la guérison spontanée.

» En ce qui concerne le tricophyton à grosses spores, les inoculations provoquent pour toutes les espèces qui ont été isolées, mais avec d'assez nombreuses inoculations négatives, la tricophytie circinée commune, sans que les espèces puissent se distinguer entre elles au seul aspect de la lésion, et sans que la variété du parasite, extraite des folliculites tricophytiques, ait reproduit cette forme de tricophytie dans les inoculations expérimentales. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'évolution des fonctions de l'estomac.* Note de M. **J. Winter** (1), présentée par M. Arm. Gautier.

« Pour faciliter l'intelligence du sujet qui fait l'objet de cette Note, je rappelle brièvement les résultats, déjà connus, auxquels nous avons été conduits, M. Hayem et moi, dans l'étude du chimisme gastrique.

» 1° A l'état de jeûne, l'estomac ne renferme ni HCl libre, ni cellules spéciales où cet acide se trouverait constamment préformé;

» 2° L'HCl que l'on rencontre dans les liquides de digestion, qu'il soit libre ou combiné aux matières organiques, est un produit réactionnel, né sur place au moment de l'excitation alimentaire ou de toute autre excitation artificielle. Il résulte de l'action des éléments glandulaires en dissolution digestive sur certains chlorures métalliques déversés là par le sang. La forme HCl libre apparaît toujours ultérieurement à la forme HCl combinée organique.

» 3° J'ajoute que, de recherches plus récentes, sur lesquelles j'aurai à revenir plus tard, il se dégage que la dissolution *artificielle* des cellules de certaines portions de la muqueuse gastrique fraîche, donne naissance à un liquide *acide* ne renfermant pas trace d'HCl libre. Mais cette acidité se trouve être dans un rapport remarquable avec la quantité de phosphore total du liquide.

» Tous ces faits se confirment les uns les autres et prêtent à la question du chimisme gastrique physiologique une physionomie et un intérêt absolument nouveaux.

---

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Hayem.

» 4° Dans l'étude d'une digestion quelconque il est indispensable d'examiner le liquide gastrique à divers moments de cette digestion, ou pour le moins d'établir les lois générales de son évolution dans des conditions bien déterminées.

» L'expérience montre, en effet, que tous les éléments que l'on y peut doser varient constamment. Mais nous ignorons complètement la nature de ces variations liées au fonctionnement de l'organisme vivant. Nous ne savons rien sur les influences qui les déterminent. Encore moins savons-nous si elles sont irrégulières, désordonnées, ou continues et reliées entre elles par un enchaînement régulier des phénomènes. C'est sur ce point particulier que je désire attirer l'attention. Cette étude nous amènera, d'ailleurs, à des considérations d'un ordre spécial : je veux parler des phénomènes osmotiques. Nous verrons plus tard tous les problèmes importants que cette question soulève.

» Pour aujourd'hui je me contenterai de l'analyse d'un seul exemple d'évolution, exemple fort simple, que je choisis parmi ceux qui ont été déjà publiés (voir *Chimisme stomacal*, p. 92).

» L'animal expérimenté est un chien à fistule gastrique. Repas employé : viande et eau en quantités connues.

» Je ne m'occuperai que des éléments chlorés.

» Soient T le chlore total contenu dans 100cc de liquide gastrique; H + C l'acide chlorhydrique libre et le chlore en combinaison organique; F les chlorures minéraux :

» D'après notre méthode d'analyse, on a

$$T - F = H + C.$$

» Dans l'exemple choisi, l'analyse chimique pratiquée à divers moments de la digestion, nous a donné :

	T.		H + C.	F.
Après 30 minutes........................	197 mgr	pour 100	84	113
Après 60 » (moyenne de trois analyses).	279	»	147	126
Après 120 »	419	»	295	124

» Considérons les *accroissements moyens* par unité de temps (je prends la minute). Soient a', a'', a''' pour T et c', c'', c''' pour H + C. On trouve

Après 30 minutes......	$a' = 6,56$	$c' = 2,80$
Après 60 »	$a'' = 4,65$	$c'' = 2,45$
Après 120 »	$a''' = 3,41$	$c''' = 2,45$

» En comparant ces accroissements entre eux et désignant par x', x'', x''' les temps correspondants, on trouve sensiblement, d'une part, $c' = c'' = c'''$ ou, d'une façon géné-

rale, $H + C = cx$ et, d'autre part,

$$\frac{a'}{a''} = \frac{\sqrt{x''}}{\sqrt{x'}} \qquad \text{ou} \qquad a'\sqrt{x'} = a''\sqrt{x''} = \text{const.}$$

» En remontant à l'origine et en faisant $x = 1$, on aurait encore, si la fonction est continue,

$$\ldots \quad a'\sqrt{x'} = a = \text{const.}$$

On en tire

$$a' = \frac{a}{\sqrt{x}}$$

et comme $T = a'x = y$, il vient

$$y = a\sqrt{x} \qquad \text{ou} \qquad y^2 = a^2 x,$$

équation d'une parabole rapportée à son sommet.

» En somme, on voit que les valeurs successives de T et de $H + C$ peuvent, dans certaines conditions connues, se déduire très régulièrement de l'une d'elles, déterminée à un moment quelconque.

» J'appelle *accroissement initial* ou *puissance* de la fonction T, la quantité a dont dépendent toutes ses valeurs successives. Elle est, dans le cas particulier, sensiblement égale à 36 (35,88 et 35,99). En calculant T d'après cette donnée, on trouve successivement aux temps 30, 60 et 120 secondes les nombres 196, 278, 394 au lieu de 197, 279, 419 donnés par l'expérience.

» Le dernier nombre calculé diffère quelque peu de celui de l'expérience. Le calcul permettait de le prévoir d'une façon très simple. » En effet, dans l'équation primitive $T - (H + C) = F$, remplaçons T et $H + C$ par leurs valeurs respectives en fonction de x. Il vient $a\sqrt{x} - cx = F$.

» Les vitesses d'accroissement $\frac{df}{dx}$ de T et de $H + C$ étant respectivement $\frac{a}{2\sqrt{x}}$ et c, supposons que, par un fait d'équilibre, F devienne constant à partir d'un certain moment. Cette condition entraîne l'égalité $\frac{a}{2\sqrt{x}} = c$ qui permet de calculer x, a et c étant connus. Dans le cas particulier, on trouverait $x = 54$, ce qui signifie que, les deux fonctions étant supposées continues jusqu'au temps 54, l'égalité $\frac{a}{2\sqrt{x}} = c$ ne peut se produire avant. Nous n'avons pas d'analyse à cinquante-quatre minutes; mais on peut voir plus haut qu'à partir de la soixantième minute F ne varie plus, et qu'à trente minutes F n'a pas encore atteint sa valeur constante.

» Cette constatation est remarquable. Non seulement elle démontre la continuité des deux fonctions dans des intervalles bien déterminés, mais elle fait voir que le milieu en digestion marche vers un état d'équilibre chimique qui semble dépendre de la concentration.

» D'après cela, pour toute valeur t du temps supérieure à 54, T doit être calculé d'après la formule

$$T = a\sqrt{x} + \frac{a}{2\sqrt{x}}(t - x) = \frac{a}{2\sqrt{x}}(x + t),$$

dans laquelle

$$x = 54.$$

» Si l'on y fait $t = 120$ on trouve

$$T = 425,$$

au lieu de 394 trouvé tout à l'heure et 419 donné par l'expérience. Cette nouvelle valeur justifie pleinement la théorie.

» Tout cela ne se rapporte, en réalité, qu'à un seul exemple et je me garderai bien de généraliser. Mais cet exemple, auquel il me serait facile d'en joindre d'autres, est remarquable parce qu'aucune des analyses ci-dessus n'a été faite le même jour.

» Il démontre pour le moins que chez le même animal il existe des forces agissantes parfaitement constantes, et il laisse entrevoir la possibilité de déterminer et de mesurer ces forces.

» Je me propose de continuer cette étude par l'examen de la digestion de l'eau distillée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'histologie des organes annexes de l'appareil mâle chez la* Periplaneta orientalis. Note de M. **P. Blatter**, présentée par M. Ranvier [1].

« Depuis les remarquables travaux de L. Dufour [2] sur l'appareil mâle des Insectes, peu de recherches nouvelles ont été entreprises sur ce sujet. Bien des auteurs se sont occupés du développement et de l'origine des glandes génitales; il n'en est pas de même de la structure histologique et de l'anatomie microscopique des organes annexes (vésicules séminales, canal éjaculateur, etc.).

» Dans cette Note je résumerai les principaux faits observés chez la Blatte (*Periplaneta orientalis*). Une bonne description et une figure de l'appareil mâle de cet Orthoptère se trouvent dans la belle monographie de Miall et Denny [3], aussi renverrai-je à cet ouvrage pour les détails concernant l'anatomie et aborderai-je immédiatement l'étude microscopique.

---

(1) Travail fait dans le laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.

(2) L. Dufour, *Recherches sur les Coléoptères*, 1824, 1826. — *Recherches sur les Orthoptères*, etc., 1834.

(3) Miall and Denny, *The structure and life history of the Cockroach*, London, 1886.

» Les vésicules séminales de la *Periplaneta orientalis* sont de nombreux tubes en cæcums plus ou moins allongés et disposés en houppe autour de l'origine du canal éjaculateur. Suivant que l'on considère les vésicules médianes ou latérales, on voit que les premières sont plus courtes et appelées *utriculi breviores* (Miall et Denny), alors que les secondes beaucoup plus longues sont nommées *utriculi majores*. Je ne crois pas qu'à cette différence de taille réponde une différence de structure. Sur les coupes observées jusqu'ici, j'ai toujours constaté que ces vésicules, tant latérales que médianes, sont composées en dehors d'une mince membrane et en dedans d'un épithélium épais.

» La membrane externe, mince, se colore fortement par la plupart des matières tinctoriales et contient de petits noyaux fusiformes. L'examen à un fort grossissement des coupes longitudinales et n'intéressant que la paroi des vésicules, fait apparaître cette membrane avec une structure fibrillaire évidente. Ces fibres excessivement délicates sont groupées en faisceaux, lesquels s'entrecroisent un peu dans tous les sens. Parmi ces faisceaux, il y en a cependant de longitudinaux du côté interne et de transversaux à l'extérieur; quelques faisceaux obliques établissent la transition entre ces deux plans. On se trouve sûrement en présence de fibres musculaires striées, extrêmement minces et à striation peu apparente.

» L'épithélium des vésicules est formé par de grosses cellules à plasma dense et contenant de volumineux noyaux riches en chromatine. La membrane cellulaire de ces éléments n'est guère visible que sur des pièces bien fixées. Le contenu des vésicules séminales n'est pas seulement constitué par des spermatozoïdes; les tubes renfermant la semence sont en minorité. Le sperme se loge de préférence dans les cæcums situés à la face ventrale, peut-être parce qu'ils s'ouvrent dans le canal éjaculateur, presque vis-à-vis des orifices des canaux déférents. La majorité des vésicules sont remplies par un liquide visqueux, riche en globules graisseux. Les quelques réactions histochimiques auxquelles j'ai soumis cette substance ne me permettent pas de me prononcer d'une façon certaine sur sa nature. Sur les coupes, ce contenu prend l'aspect du vitellus de certains œufs examiné dans de mêmes conditions. C'est là, évidemment, un liquide qui doit servir à entretenir les spermatozoïdes et à diluer la semence au moment de l'accouplement.

» La paroi du canal éjaculateur est composée, en dehors, d'une couche assez épaisse, en certains points surtout, de fibres musculaires striées. Parmi ces fibres, ce sont les circulaires qui prédominent; en dedans de

celles-ci on voit des fibres obliques et enfin quelques fibres longitudinales, souvent difficiles à voir parce qu'elles sont rarement orientées bien verticalement. Cette disposition s'observe surtout dans les deux tiers postérieurs du canal. Dans le tiers antérieur la marche est moins régulière.

» La couche musculaire est tapissée intérieurement par un revêtement épithélial, supporté par une membrane excessivement mince et qui, sur les sections, apparaît comme une ligne réfringente. Cette membrane est la tunique propre.

» L'épithélium subit des différenciations morphologiques suivant les régions que l'on considère.

» C'est ainsi qu'à la face dorsale du canal, sur les coupes transversales, on voit un épaississement énorme de l'épithélium à l'intérieur du tube, obstruant quelquefois une bonne partie de sa lumière. Cette crête, vers la partie antérieure du conduit, s'étale sur toute la surface dorsale; au contraire, vers la région postérieure, elle diminue en surface et augmente en hauteur, prenant la forme d'une véritable papille, qui se termine en pointe à une certaine distance du pénis. Les cellules épithéliales de cette crête sont allongées perpendiculairement à la paroi du canal, et renferment des noyaux ovoïdes à chromatine peu dense.

» L'épithélium des autres régions du canal éjaculateur est excessivement plissé. Dans ces replis nombreux pénètrent des prolongements de la tunique propre. Aussi, en s'adressant à des coupes voisines de l'armure génitale, voit-on une structure à peu près identique à celle de l'intestin postérieur du Cryptops figuré par M. Balbiani [1] dans son intéressant Mémoire.

» L'épithélium de tout le canal éjaculateur est recouvert, au niveau de sa surface libre, par une membrane chitineuse, suivant les moindres mouvements du tissu sous-jacent. Ce revêtement chitineux porte de nombreuses soies qui, au niveau de la crête dorsale, prennent la forme d'écailles dentées. Immédiatement en arrière de la crête, le revêtement chitineux perd graduellement ses soies et devient presque lisse.

» Je me propose de faire connaître ultérieurement la structure de ces organes chez l'Hydrophile. »

---

[1] E.-G. Balbiani, *Études anatomiques et histologiques sur le tube digestif des Cryptops* (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, 2e série, t. VIII; 1890).

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la présence d'une Araliacée et d'une Pontédériacée fossiles dans le calcaire grossier parisien.* Note de M. **Ed. Bureau**, présentée par M. Bornet.

« Les plantes fossiles trouvées en 1866, lors des travaux exécutés à la butte du Trocadéro, n'ont pas encore été l'objet d'une étude spéciale et détaillée. M. de Saporta, cependant, en a fait connaître et bien figuré sept espèces; mais la détermination complète de cette florule ne peut guère se faire sans une revision totale de la flore du calcaire grossier. C'est un travail que je poursuis et dont j'ai déjà eu l'honneur de communiquer quelques résultats à l'Académie.

» Beaucoup d'échantillons du Trocadéro sont à la Sorbonne. Un grand nombre aussi sont au Muséum, et proviennent de recherches exécutées par M. A. Milne-Edwards, par M. Vaillant et par moi-même. Parmi ces derniers se trouve une empreinte assez remarquable. Au premier abord, on dirait une feuille, et ce qui frappe surtout, c'est la gracilité et la longueur du pétiole, qui dépasse ce que l'on a l'habitude de voir dans les feuilles simples des Dicotylédones. En effet, quelque singulier que cela puisse paraître, ce caractère, joint à la forme générale du limbe, autorise à diriger les recherches comparatives, non vers les plantes à feuilles simples, mais vers les plantes à feuilles composées digitées.

» Nous avons donc affaire, non à une feuille, mais à une foliole, et ce n'est que dans la famille des Araliacées que l'on trouve des pétiolules à la fois aussi longs et aussi grêles. La comparaison avec la collection considérable d'Araliacées de l'herbier du Muséum montre même que c'est seulement dans les genres *Brassaiopsis* et *Macropanax* qu'on trouve une identité complète avec le fossile pour la forme de cet organe.

» Le limbe ressemble étonnamment à celui des folioles du *Macropanax oreophilum* Miq., de Java. Si nous suivons l'opinion des auteurs qui font des *Macropanax* une section des *Aralia*, nous appellerons la plante du calcaire grossier : *Aralia* (*Macropanax*) *eocenica*.

» On n'avait pas encore signalé ce genre ou cette section de genre à l'état fossile.

» L'espèce dont je viens de parler est représentée par un spécimen unique. Il n'en est pas de même d'une plante fossile très anciennement connue : le *Phyllites multinervis* Ad. Brongn., dont la couche du Trocadéro

a fourni de nombreux échantillons, et que j'ai pu étudier sous toutes ses formes. Ad. Brongniart l'avait regardée comme un *Potamogeton*, M. de Saporta comme un *Ottelia*. Une comparaison très détaillée avec les collections sèches du Muséum m'a conduit à l'attribuer à la famille des Pontédériacées, non signalée jusqu'ici à l'état fossile.

» Il est facile de se faire maintenant une idée du port de cette espèce : c'était une herbe aquatique, vivant le pied dans l'eau et ayant deux sortes de feuilles : les unes aériennes, ovales-elliptiques, obtuses à la base, les autres, plus nombreuses, flottantes ou submergées, étroites et lancéolées. Entre ces deux extrêmes, il y avait des formes intermédiaires, elliptiques ou elliptiques-lancéolées. Toutes ces feuilles avaient un pétiole très long, épais et mou. Le limbe ne variait pas moins pour la taille que pour la forme. Quelle que fût celle-ci, les nervures étaient longitudinales, nombreuses et convergentes au sommet, de grosseur plus ou moins inégale, les plus fortes ayant entre elles, dans chaque intervalle, trois nervures plus fines, dont les latérales souvent à peine visibles. Les nervules qui réunissaient ces nervures longitudinales leur étaient perpendiculaires et ne présentaient pas de ramifications, de sorte que les portions de la surface du limbe circonscrites par les nervures de différents ordres avaient toutes à peu près la forme d'un parallélogramme rectangle, et les mailles ainsi formées étaient placées en files longitudinales.

» Cette nervation n'est point celle des *Potamogeton*, dont les nervures longitudinales sont bien moins nombreuses et les nervules ramifiées.

» Ce n'est point celle des *Ottelia*, qui n'ont, outre la nervure médiane, que six à huit nervures longitudinales, avec une seule nervure plus fine dans chaque intervalle, et dont les nervules sont obliques, non parallèles, et dessinent des mailles principales assez larges, remplies par un réseau serré, peu régulier, à mailles très petites non disposées en files longitudinales.

» Ce n'est point celle d'un *Aponogeton* ou d'un *Ouvirandra;* car, dans ces deux genres, il n'y a sur chaque moitié du limbe que deux ou trois nervures longitudinales, et les nervules sont longues, serrées et parallèles.

» Ainsi, la plante fossile n'est ni une Potamée, ni une Hydrocharidée, ni une Aponogétée. Il restait à examiner une quatrième famille de Monocotylédones aquatiques : celle des Pontédériacées.

» Ici les rapports étaient frappants, et, en passant en revue les genres peu nombreux de cette petite famille, je reconnus que la nervation des

feuilles du genre *Monochoria* était identique avec celle de la plante du calcaire grossier. Je propose pour celle-ci le nom de *Monochoria parisiensis*. L'espèce fossile est plus voisine de certaines espèces de *Monochoria* vivantes que celles-ci ne le sont entre elles. Elle se rapproche surtout des *M. pauciflora* Bl., *plantaginea* Kunth et *Korsakovii* Regel, qui n'en diffèrent guère que par leurs feuilles aériennes cordées, au lieu d'être obtuses à la base.

» Ces espèces voisines sont de l'Inde, de Ceylan, de la Malaisie, de la Chine et du Japon. Leur distribution sur le globe vient confirmer les affinités asiatiques de la flore du calcaire grossier. »

GÉOLOGIE. — *Sur une nouvelle Carte géologique des Pyrénées françaises et espagnoles*. Note de MM. **Emm. de Margerie** et **Fr. Schrader**, présentée par M. Daubrée.

« La Carte que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, et qui vient de paraître avec le dix-huitième volume de l'*Annuaire du club alpin français*, se rattache d'une part aux travaux topographiques poursuivis par l'un de nous, depuis plusieurs années, dans les hauts massifs des Pyrénées espagnoles, et de l'autre à des études géologiques récemment commencées dans les Corbières.

» Au moment où le *Service de la Carte géologique détaillée de la France* s'apprête à pousser activement l'examen du versant septentrional, nous avons pensé qu'il y aurait intérêt à résumer, sur une feuille de dimensions maniables, l'état actuel de nos connaissances sur la structure de la chaîne entière. Ce travail a été exécuté en prenant pour base la petite Carte au 1:800 000 du *Guide des Pyrénées* de la collection Joanne; la superposition des couleurs au figuré du relief met en évidence un certain nombre de traits, difficiles à discerner sur les nouvelles Cartes géologiques générales publiées par les services officiels de France (1:1 000 000) et d'Espagne (1:400 000), où le modelé du sol n'a pas été représenté, et même sur la belle Carte au 1:500 000 de MM. Carez et Vasseur, qui offre la même lacune pour la partie correspondant au territoire espagnol.

» Notre échelle stratigraphique comprend seize divisions, la gamme étant établie conformément aux règles posées par le Congrès de Bologne. Faute de renseignements suffisants, nous avons dû réunir toute la série primaire sous une teinte unique; pour la même raison, il n'a pas été pos-

sible de séparer les schistes cristallins des roches granitiques massives; enfin les pointements d'*ophites*, vu leur faible étendue, n'ont pas été distingués par un signe spécial; on sait d'ailleurs que les roches éruptives très variées, longtemps confondues sous ce nom dans les Pyrénées, se montrent presque toujours au milieu des affleurements triasiques. Nous n'avons fait exception que pour le massif porphyrique isolé qui forme le Pic du Midi d'Ossau. D'autre part, nous avons cherché à diviser les alluvions anciennes, si développées dans la Gascogne et dans le Roussillon, en trois termes, suivant qu'elles se montrent au sommet des plateaux (Lannemezan, Ger, Béarn), sur les terrasses (Garonne, Landes de Pont-Long) ou au fond des vallées; cette division vise la situation topographique de ces dépôts plutôt que leur âge absolu, qui pourrait fort bien, pour une partie au moins des *alluvions des plateaux*, remonter au pliocène ou même au miocène supérieur (¹).

» Quant aux contours géologiques, qu'il fallait ajuster, pour le versant espagnol, à une planimétrie nouvelle, nous avons dû les reconstruire point par point, en nous aidant surtout des renseignements fournis par le texte des descriptions provinciales insérées aux *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España* (²). Pour le versant français, où nous disposions d'ailleurs de matériaux beaucoup plus abondants, notre tâche a été puissamment facilitée par le concours de nombreux géologues; M. Michel-Lévy, Directeur du *Service de la Carte géologique de la France*, a bien voulu autoriser MM. Caralp, Carez, Depéret, Lacroix, de Lacvivier, Liétard et Seunes, collaborateurs de ce Service, à nous communiquer leurs minutes inédites; MM. J. Vallot et Stuart-Menteath ont également mis à notre disposition des tracés manuscrits. Nous prions tous ces Messieurs, ainsi que M. Manuel Fernandez de Castro, Directeur de la Commission géologique d'Espagne, de recevoir l'expression de notre gratitude.

» A la Carte est joint un Mémoire intitulé : *Aperçu de la structure géologique des Pyrénées;* après avoir fait l'historique des idées qui ont été émises depuis l'époque de Palassou (1784) sur le plan général de la chaîne, nous y passons en revue les principaux accidents qui impriment à ses diverses parties leur physionomie spéciale. Cette étude nous a conduit à di-

---

(¹) Lartet a depuis longtemps fait connaître la présence de la faune d'Eppelsheim à Orignac, non loin de Bagnères-de-Bigorre.

(²) Toutes les provinces pyrénéennes sont représentées dans cette série, sauf la province de Lérida, dont M. l'Ingénieur Vidal achève en ce moment l'étude.

viser les Pyrénées, comme l'ont fait Lory et M. Diener pour les Alpes, en un certain nombre de *zones* longitudinales, caractérisées chacune par la présence de terrains qu'elles possèdent en propre, ou qui du moins y présentent un développement particulier : c'est ainsi que, sur le versant français, il y a lieu de séparer de la *zone centrale,* correspondant à la haute chaîne (terrains primaires, grands massifs granitiques), et des deux zones latérales des *Petites Pyrénées* (crétacé supérieur et éocène) et des *Corbières* (éocène et terrains primaires), une zone intermédiaire formée par le terrain crétacé inférieur et le terrain jurassique et au milieu de laquelle surgissent les massifs cristallins de Foix, du pic Saint-Barthélemy, des Trois-Seigneurs, d'Aspet, de Saint-Béat, etc. Nous proposons de l'appeler *zone de l'Ariège,* à cause du développement remarquable qu'elle acquiert dans le département de ce nom.

» Sur le versant espagnol, nous avons distingué de même, à partir de la zone centrale :

» 1° La *zone du Mont Perdu* (crétacé supérieur et nummulitique), qui n'a point d'équivalent sur le versant français;

» 2° La *zone de l'Aragon* (éocène), dont le Rio Aragon longe la bordure en aval de Jaca;

» 3° La *zone des Sierras* (Monsech, Guara, etc.), formée de trias, de crétacé et d'éocène : c'est l'homologue de nos Petites Pyrénées.

» La *Catalogne*, avec sa chaîne côtière ancienne et ses effondrements récents, d'un côté; les massifs très enchevêtrés du *Pays Basque,* de l'autre, introduisent à l'est et à l'ouest une série de complications dont l'analyse ne saurait trouver place ici. A cet égard, nous renverrons à la carte schématique représentant la disposition générale de ces zones et le tracé des principales lignes de dislocation (p. 24 de notre Mémoire) : en même temps qu'on y retrouve, dans la partie centrale de la chaîne, les alignements obliques à la ligne de faîte sur lesquels l'un de nous a déjà appelé l'attention de l'Académie, ce qui frappe le plus, dans l'ensemble, c'est l'allure flexueuse des directrices, s'accusant surtout : en France, autour du noyau gneissique du Labourd, le long des massifs de l'Ariège, dans les Corbières; en Espagne, dans plusieurs tronçons de la zone des Sierras. Les Pyrénées, pas plus que les autres chaînes de montagnes, ne possèdent donc ce privilège d'une rigueur toute mathématique dans l'orientation de leurs éléments, que l'on avait cru pouvoir leur attribuer bien à tort.

» Un second trait fort important réside dans la disposition inverse des plis sur les deux versants. Parmi les trente exemples de renversement, éti-

rement ou recouvrement qui nous sont connus sur le versant français et que nous avons indiqués sur notre carte schématique par un figuré spécial, vingt-sept (c'est-à-dire les neuf dixièmes) regardent vers le nord; au contraire, les treize cas signalés jusqu'à présent sur le versant espagnol se montrent tous dirigés vers le sud. Il y a donc tendance à la production de la *structure en éventail composé*, et les Pyrénées, comme la moitié des Alpes, représentent une chaîne essentiellement symétrique. Les coupes que l'on peut relever aux environs de Gavarnie, dans la zone du Mont Perdu [1], ne laissent d'ailleurs aucun doute sur l'importance des mouvements horizontaux qui ont imprimé au versant méridional de la chaîne sa structure actuelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le mouvement différentiel dans l'Océan et dans l'atmosphère : marées d'eau, marées d'air.* Note de M. **Fernand de Saintignon**, présentée par M. Daubrée.

« Lorsqu'on rapproche de la force si faible de l'attraction de la Lune ($\frac{1}{12000000}$ de la pesanteur) le mouvement considérable de la mer, il y a lieu de se demander si l'explication de ce phénomène ne doit pas être recherchée dans la manifestation la plus favorable de cette force, c'est-à-dire dans l'action horizontale, incomparablement supérieure à l'action verticale.

» En outre, à cause de la faiblesse même de cette force et des résistances de toutes sortes qui seraient opposées à un courant, l'action ne doit-elle pas se manifester par un mouvement particulier, moléculaire, local?

» Et d'ailleurs, si l'on remarque que la vitesse de translation d'un fluide, quelle qu'elle soit, ne provoque aucune différence de niveau à la surface, lorsque toutes les molécules appartenant à une même section verticale perpendiculaire à la direction du mouvement sont animées des mêmes vitesses que les molécules correspondantes des autres sections, on reconnaîtra que ce ne sont pas les vitesses qui importent, mais bien les différences de celles-ci.

» Concevons deux molécules contiguës m, m', soumises à l'action des deux forces f, f' agissant de gauche à droite.

» Si les deux forces sont égales, la molécule m prendra constamment la place de m' et rien ne sera modifié à la surface.

---

(1) *Voir* la figure, p. 53 de notre Mémoire.

» Mais si l'on a $f' = f + \varphi$, la molécule m' se détachera de m proportionnellement à la vitesse φ pour produire une dépression à gauche, c'est-à-dire du côté de la force la plus faible.

» Pour $f > f'$, la différence φ restant la même, la molécule m', opposant la force d'inertie, repoussera la molécule m vers la gauche, pour provoquer une dépression à droite, également du côté de la force la plus faible.

» Et l'on conçoit que ces différences de niveau seront proportionnelles aux différences des forces adjacentes, ainsi qu'au nombre de molécules situées sur une même verticale, c'est-à-dire à la profondeur du fluide, la largeur, égale ici à l'unité, n'ayant pas d'importance.

» Nous prions que l'on veuille bien, sinon admettre comme vrai, au moins nous accorder, à titre de *postulatum*, le théorème suivant, résultant de ce qui précède, nous réservant de le démontrer par tous ses corollaires :

» *Lorsqu'un fluide est soumis à l'action de forces adjacentes horizontales et inégales, constamment croissantes ou décroissantes, il se produit à la surface des différences de niveau proportionnelles à la différence des forces adjacentes et à la profondeur du fluide, le niveau s'élevant des forces les plus faibles aux forces les plus grandes, et ce, quelle que soit la direction générale des forces croissantes ou décroissantes.*

» Soient $H - \alpha$, $H + \alpha$ la hauteur de la Lune au-dessus des horizons de deux points voisins, situés sur le même méridien, f la force attractive de la Lune, h la profondeur du fluide; la différence des forces, que nous appellerons *force différentielle*, aura pour expression :

$$fh[\cos(H - \alpha) - \cos(H + \alpha)] = 2fh \sin H \sin \alpha.$$

Le mouvement moléculaire passera par deux maximums : à midi et à minuit (heure lunaire). Il sera maximum au zénith. Si la déclinaison est nulle, il sera maximum à l'équateur et nul aux pôles.

» D'après notre théorème, le mouvement moléculaire ira de l'équateur vers les pôles, provoquant au zénith une forte pression, c'est-à-dire la *marée basse*, laquelle aura aussi lieu à midi à l'équateur, phénomène observé d'ailleurs.

» Mais ce mouvement ira en diminuant de l'équateur aux pôles, et, tout en s'exerçant sur toute la surface des mers, il sera tellement supérieur dans la région équatoriale qu'il provoquera une marée haute *principale*, là où il rencontrera des parallèles plus réduits et des forces plus faibles, c'est-à-dire vers la latitude de 30°, signalée par les observations. Les eaux

quittant cette surélévation qui domine l'équateur et les pôles parviennent à 6^h à l'équateur, pour y créer la marée haute connue, et s'écoulent vers la région nord, pour y opérer progressivement les marées hautes *principales*.

» Les fortes dépressions équatoriales et polaires, résultant de notre théorème, ne donnent-elles pas l'explication des courants équatoriaux et du gulf-stream?

» Notre théorie s'applique également aux marées d'air; dépression équatoriale accentuée lorsque le Soleil et la Lune sont dans le plan de l'équateur; dépression qui suit les astres lorsqu'ils s'élèvent dans les deux hémisphères; vents alizés; vents généraux du sud-ouest, ou du nord-ouest qui vont vers les deux dépressions polaires.

» Mais là où notre théorème trouvera son application la plus remarquable, la plus concluante, oserions-nous dire, c'est dans la création des cyclones, des tornados, des tourbillons, principalement au zénith des astres : là, en effet, l'action différentielle est double et le mouvement moléculaire s'opère vers les deux pôles, avec une violence d'autant plus grande qu'il y aura conjonction des astres, et qu'ils seront plus rapprochés de la terre.

» Que dire des phénomènes si mystérieux qui se passent au-dessous de nous? Trouvera-t-on quelque lumière également dans l'action différentielle des forces? Nous le souhaitons et l'espérons.

» Des marées existent dans le Soleil : elles sont dues aux planètes, principalement à Mercure. En faisant intervenir, dans l'étude des actions différentielles, le facteur si important de la profondeur du fluide, on reconnaîtra que ces marées doivent être considérables. Nous sommes amené à penser que les taches solaires sont de véritables cyclones, ces grands agitateurs des atmosphères, créés par les planètes. »

GÉOLOGIE. — *Sur la perforation des roches basaltiques du golfe d'Aden par des galets. Formation d'une marmite des Géants.* Note de M. **Jousseaume**, présentée par M. Daubrée. (Extrait.)

« Pendant un voyage récent que j'ai fait à la mer Rouge, j'ai eu l'occasion d'étudier le mode de formation de cavités creusées dans les roches des environs de Périm et analogues à celles que l'on désigne d'ordinaire sous le nom de *marmites des Géants*.

» Il existe dans le golfe d'Aden de grands massifs volcaniques qui se prolongent sous la mer par une pente, tantôt très rapide, tantôt presque insensible. J'ai remarqué sur des nappes horizontales de basaltes, découvrant à marée basse, des excavations profondes, produites par des galets ou des blocs mobiles que les flots font mouvoir sur place.

» Les galets, trop petits pour résister aux efforts des vagues, trouvent un point d'appui dans l'entrecroisement des nombreuses brisures qui divisent en tous sens ces nappes de basaltes. Maintenus à la même place par ces anfractuosités ces galets, travaillent chaque jour, agités par les flots de la marée montante, à l'agrandissement et à la régularité des contours de ces cavités.

» A Little Aden, la partie submergée de cette roche qui découvre à marée basse est creusée, comme les gouttières d'un toit, de deux sillons parallèles, d'environ 10^m de longueur sur $0^m,20$ de largeur et $0^m,12$ de profondeur. Dans ce double sillon, se meuvent des galets que le flux et le reflux lancent, comme une navette, d'une extrémité à l'autre.

» De toutes les cavités de ce genre, celle que j'ai rencontrée à l'extrémité sud-ouest de Périm est, par la régularité de son contour et sa dimension, la plus importante. Cette cavité, véritable *marmite de Géants,* est creusée dans une roche basaltique de 15^m à 20^m de large, qui s'étend en bordure le long de la côte. Sa forme est celle d'une vaste marmite légèrement déprimée, dont l'intérieur est lisse et régulièrement arrondi; à son ouverture, le diamètre perpendiculaire au rivage est de $0^m,80$; le diamètre adverse de $0^m,70$. Sa profondeur n'est que de $0^m,65$; mais en tenant compte de l'ondulation légère que présente la roche à la surface, on arrive à $0^m,70$, longueur égale à celle du petit diamètre de l'ouverture. »

M. E. Lemoine adresse une Note portant pour titre : « Sur la Géométrographie ou Art des constructions géométriques ».

Cette nouvelle Communication est destinée à montrer les résultats auxquels peut conduire la méthode déjà indiquée par l'auteur, dans une Note adressée à l'Académie le 16 juillet 1888.

M. Léopold Hugo adresse une Note « Sur l'équidomoïde tétragonal ».

M. Léopold Hugo adresse une Note « Sur un fer météorique des États-Unis ».

M. E. **Marhem** adresse une Note relative à la production des orages.

M. F. **Delmas** adresse une Note relative au mouvement de rotation de la Terre.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 décembre 1892.

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la Direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; 1re série, t. VII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°.

Matériaux pour l'Histoire des temps quaternaires, par Albert Gaudry, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, et Marcellin Boule, Agrégé de l'Université, Docteur ès Sciences; 4e fascicule. Paris, Savy, 1892; 1 vol. in-4°.

Formules et propositions pour l'emploi des fonctions elliptiques, d'après des leçons et des notes manuscrites de M. K. Weierstrass, Membre de l'Académie des Sciences et Professeur à l'Université de Berlin, rédigées et publiées par M. H. A. Schwartz, traduit de l'allemand par Henri Padé, Docteur ès Sciences mathématiques; première Partie. Paris, Hermann, 1893; 1 broch. in-4°.

Manuel pratique des cultures tropicales et des plantations des pays chauds, par P. Sagot, ancien Chirurgien de la Marine, ancien Professeur d'Histoire naturelle à l'École normale spéciale de Cluny, etc. Ouvrage publié après sa mort et mis à jour par E. Raoul, Professeur du cours de productions et cultures tropicales à l'École coloniale, etc. Paris, A. Challamel, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Agglomération bruxelloise. Distribution d'eau. Dérivation des sources de Modave, Projet Paul Van Hœgaerder. Bruxelles, 1 broch. gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Étude sur les courants et sur la température des eaux de la mer dans l'Océan Atlantique, par le général H. Mathiésen. Christiania, S. Larpent, 1892; 1 broch. gr. in-8°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Cours d'Astronomie à l'usage des Facultés des Sciences, par B. Baillaud, Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse, Directeur de l'Observatoire. Première Partie : *Quelques théories applicables à l'étude des Sciences expérimentales.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Tisserand.)

Cours de Chimie organique, par M. Œchsner de Coninck, Professeur de Chimie organique; 2e fascicule. Paris, Masson, 1892; broch. in-8°. (Présenté par M. Schützenberger.)

Précis d'hygiène de la première enfance, par le Dr Jules Rouvier, Professeur à la Faculté française de Médecine de Beyrouth, etc. Paris, Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. le baron Larrey.)

L'Embryologie générale, par le Dr Louis Roule, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. Paris, Reinwald, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Le Lait. Caractère dans l'état de santé et de maladie; altérations et falsifications, germes de maladie, microorganismes du lait, par le Dr Jules Rouvier, Professeur à la Faculté de Médecine de Beyrouth. Paris, Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les Algues de P.-K.-A. Schousboe, *récoltées au Maroc et dans la Méditerranée de* 1815 *à* 1829 *et déterminées* par M. Edouard Bornet. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Biographie de l'amiral baron Roussin, 1781-1854. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1 vol. gr. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Hatt, Ingénieur hydrographe de la Marine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Germain, Ingénieur hydrographe de première classe de la Marine, 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°.

Géométrie analytique à trois dimensions (et Géométrie supérieure) à l'usage des classes de Mathématiques spéciales, par C.-A. Laisant, Docteur ès Sciences, ancien élève de l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 broch. in-8°.

Essai sur le principe du mouvement et la marche des corps célestes, par Van Weddingen. Bruxelles, M. Hasselet, 1892; 1 broch. in-8°.

The collected mathematical papers of Arthur Cayley, Sc. D., F. R. S.

Sadlerian Professor of pure Mathematics in the University of Cambridge; vol. V. Cambridge, 1892; 1 vol. in-4°.

Die Wasserversorgung von Zürich ihr Zusammenhang mit der Typhus epidemie des Jahres 1884 *und Vorschläge zur Verbesserung der bestehenden Verhältnisse*. Zurich, Orell Füssli et Cie, 1885; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Res ligusticæ. Prof. GIOVANNI CAPELLINI. *Gerolamo Guidoni di Vernazza e le sue scoperte geologiche in Liguria e in Toscana. Note biografiche corredate di lettere inedite di Bertolini, Colleono, Menechini, Nesti, Pareto, Pilla, Repetti, Savi, Viviani ed altri naturalisti*. Genova, 1892; 1 vol. in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI. Roma, 1892; 1 broch. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 31 octobre 1892.)

M. *L. de Coppet,* Sur la température du maximum de densité des mélanges d'alcool et d'eau.

Page 653, première ligne du Tableau, *supprimer* les chiffres 0°,00 et 0,000.

(Séance du 12 décembre 1892.)

Note de M. *P. Joubin,* Sur le rapport entre la vitesse de la lumière, etc :

Page 1061, dernière ligne du Tableau, troisième colonne, *au lieu de* 11, *lisez* ».
Page 1062, première ligne du Tableau, *au lieu de* E_p, *lisez* Σ_p.

FIN DU TOME CENT-QUINZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1892.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

ERRATA.

—

(Séance du 26 décembre 1892.)

Note de MM. *Ed. Sarasin* et *L. de la Rive*, Sur l'égalité des vitesses de propagation de l'ondulation électrique dans l'air, etc. :

Page 1280, ligne 2, *au lieu de* $0^m,16$, *lisez* 16^m.

Page 1245, ligne 3 en remontant, *au lieu de* Pareta, *lisez* Pareto.

Note de M. *H. de la Fresnaye*, Méthode Doppler-Fizeau :

Page 1292, ligne 4, formule (9), *au lieu de* Y, *lisez* V.
Page 1292, ligne 8, *au lieu de* 1° Que $V + a - v$ représente...., *lisez* 1° Que $t(V + a - v)$ représente....
Même page, ligne 9, *au lieu de* 2° Que $V + a' - v'$ représente...., *lisez* 2° Que $t'(V + a' - v')$ représente....

Note de MM. *C. Soret* et *C.-E. Guye*, Sur le pouvoir rotatoire du quartz aux basses températures :

Page 1296, ligne 14, *au lieu de* 0,001587, *lisez* 0,001987.
Même page, ligne 19, *au lieu de* 0,002253, *lisez* 0,002293.

Note de MM. *Emm. de Margerie* et *Fr. Schrader*, Sur une nouvelle Carte géologique des Pyrénées françaises et espagnoles :

Page 1340, ligne 6 et 7, *au lieu de* la moitié des Alpes, *lisez* la moitié *orientale* des Alpes.

Note de M. *F. de Saintignon*, Sur le mouvement différentiel dans l'Océan et dans l'atmosphère :

Page 1341, ligne 8 en remontant, *au lieu de* pression, *lisez* dépression.

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
19679 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.